جامعة المنصورة
كلية الزراعـة
قسم الأراضـى

مـادة

إستصلاح الأراضـــى

إعـداد
أستـاذ دكتـور
وجـدى محمد العجـرودى
أستـاذ الأراضـى بالكليـة

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية
١١٦٢٤ / ٢٠٠٥

الفهرس

....
....
.....
...
.

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة

إستصلاح الأراضى هو علم تطبيقى لكثير من علوم الأراضى والمقصـــود منـــه معالجة عيب أو أكثر من عيوب الأراضى والتى تمنع أو تحد من إنتاجها ونظرا للزيـادة المضطردة فى تعداد سكان العالم وللإحتياجات المتزايدة من الغذاء والكساء فإنه يتحتم البحث المستمر والعمل الجاد لزيادة الإنتاج الزراعى سواء :-

١) بإستصلاح أراضى جديدة SOIL RECLAMATION بهـــدف زيـــــادة المساحات المنزرعة من الأراضى وذلك بإختيار الأراضى الأنسب فالأنســب أو الأقــــل عيوبا فالأقل والعمل على علاج هذه العيوب سواء أكانت طبيعيـــة أو كيماوية ويستلزم ذلك دراسة خواصها للتعرف على المشـــاكل الواجـــب علاجها وإصلاحها بالطرق المثلى .

٢) العمل على منع تدهورأو تصحر الأراضى المنزرعة وذلك بالدراسة المستمرة حتى نتجنب تصحرهاونقص إنتاجهاويتأتى ذلك بتحســـين تلـــك الأراضـــى Soil Improvement سواء أكانت خواصها الطبيعية. أو الكيماوية أو الحيويـــة أو جميعهم معا .

وسنحاول فى هذا المقرر القاء الضوء على مشاكل الأراضى فى جمهوريـــة مصـــر العربية والعمل على علاج مثل هذه العيوب بالأراضى وأسباب تدهـــور الأراضـــى المنزرعة بالوادى والدلتا وكيفية تحسينها .

ويعتبر توفير الماء اللازم للرى أهم عامل فى تحسين وإستصلاح الأراضى ولذلـــك فيشمل المقرر الأسس التى بها يمكن تحديد صلاحية الماء للرى .

الله نسأل أن يفى هذا المقرر إحتياجات طلاب كلية الزراعـــة وطــالب العلــم والمشتغلين فى هذا المجال حتى يساهموا فى تطوير وبناء مصرنا العزيزة ويشـــــاركوا فى هذه النهضة الكبيرة والمشاريع العملاقة فى كل أرض مصـــر فى جنـــوب الـــوادى (توشكى) وفى سيناء الفيروز .

الباب الأول

أهمية إستصلاح وتحسين الأراضى

يعتبر إستصلاح أراضى جديدة وإستزراعها وتحسين خواص الأراضى المنزرعة حاليا أمرا مهما للغاية وذلك بهدف زيادة الإنتاج الزراعى ليلائم ويفى إحتياجات الزيادة السكانية المطردة . فقد بلغ الضغط السكانى على وادى النيل والدلتا أقصى مدى وبنظرة سريعة إلى نصيب الفرد من الأراضى الزراعية نجد أنه فى بداية القرن التاسع عشر كان عدد السكان (٣) ثلاثة ملايين نسمة وكانت مساحة الأراضى الزراعية (٣) ثلاثة ملايين فدان والمساحة المأهولة (٤,٢) مليون فدان وبلغ متوسط نصيب الفرد من الأرض الزراعية (١,٠٠) فدان والمأهولة (١,٤)فدان .

وفى بداية القرن العشرين كانت مساحة الأرض الزراعية (٤,٧) مليون فدان وإجمالى المساحة المأهولة (٦,٦) مليون فدان وكان عدد السكان (١١,٢) مليون نسمة وبذلك بلغ نصيب الفرد من الأراضى الزراعية (٠,٤) فدان ومن المساحة المأهولة (٠,٦٠) فدان . وفى منتصف القرن العشرين كانت مساحة الأرض الزراعية (٥,٢) مليون فدان من إجمالى المساحة المأهولة (٧,٣) مليون فدان وعدد السكان (١٩) مليون نسمة فإنخفض متوسط نصيب الفرد من الأراضى الزراعية إلى (٠,٣) فدان ومن إجمالى المساحة المأهولة الى (٠,٤) فدان وفى سنة ١٩٩٧ م بلغت مساحة الأراضى الزراعية (٧,٨) مليون فدان والمساحة المأهولة (١٢,٥) مليون فدان وعدد السكان (٦٠) مليون نسمة فإنخفض متوسط نصيب الفرد من الأراضى الزراعية الى (٠٠,١٣) فدان والمأهولة (٠٠,٢١) فدان ويعنى ذلك إنخفاض نصيب الفرد من الأرض الزراعية بزيادة عدد السكان فبعد أن كان انتاجنا الزراعى يفى وزيادة عن حاجات السكان وكانت مصر تعتبر سلة الغلال للعالم أصبح إنتاجنا من القمح الآن لا يفى بأكثر من ٥٠% (على أحسن الأحوال) من إحتياجاتنا .

ولم يؤدى التوسع الرأسى من زراعة أصناف جديدة وزيادة إنتاجية الوحدة بزيادة التسميد وخلافه أن يلاحق الزيادة السكانية وذلك كله لتركزنا فى مساحة (٥,٥%) من إجمالى مساحة مصر وهى منطقة الوادى والدلتا وترك (٩٥%) من المساحة خالية .

ومن ناحية أخرى وكنتيجة لزيادة السكان وزيادة الكثافة السكانية فى الرقعة المعمورة أن ضاقت على أن تستوعب طموحات المستقبل وآماله بل أصبحت متعارضة مع متطلبات التنمية إذ أصبح التوسع التنموى الزراعى والصناعى يقتطع فى مناطق كثيرة داخل الدلتا والوادى من الموارد الأرضية المنتجة أو يتم على حسابها كما أدى التركز السكانى فى بعض المناطق إلى التضحية بمتطلبات الرقى الإجتماعى والصحى .

وجدير بالذكر أن الزيادة السكانية المتوقعة داخل البلاد فى أكثر التقديرات تحفظا خلال العشرين عاما القادمة وعلى ضوء تعداد ١٩٦٦م تبلغ نحو (٢٠) مليون نسمة وهذه الزيادة ترتفع بعدد سكان مصر إلى ما يناهز (٨٠) مليون نسمة فى سنة ٢٠١٧ م الأمر الذى يجعل الإنتشار المخطط والمنظم للسكان فى كل ربوع البلاد أمرا لابديل منه .

ومن ذلك يتضح أهمية الخروج من الوادى والدلتا وإستصلاح أراضى جديدة حتى نفى بإحتياجات الزيادة المضطردة من السكان من غذاء وكساء وحتى يكون هناك إكتفاء ذاتى أو على الأقل الإقلال من إستيراد المنتجات الزراعية .

وعلاوة على ما تقدم من أهمية إستصلاح أراضى جديدة فى زيادة الإنتاج الزراعى فإن البقاء حتى الإختناق فى الوادى والدلتا أمر له عواقبه الوخيمة المصاحبة للزحام فى المسكن والمدرسة والمستشفى والطريق والمواصلات بل حتى فى النوادى وأماكن الترفيه . ذلك الزحام الذى يؤدى إلى تدهور شامل وتدريجى فى مرافق المدن وفقدها

لرونقها الحضارى ويجعل الجهود المبذولة فى النظافة والتجميل ومكافحة التلوث حرثا فى بحر .

فقد زاد التلوث فى البيئة التى نعيش فيها من تلوث للماء والهواء والتربة وذلك كله يرجع بدرجة كبيرة إلى زيادة الكثافة السكانية فى المنطقة المأهولة وهذا يؤدى إلى خروج الإنسان من طبيعته السمحة وتحوله إلى العدوانية .

ومن ناحية أخرى فإن الخروج من الوادى القديم فى مطلع القرن الحادى والعشرين يمنح مصر ميزة الإستغلال الكامل للموقع بتوسيع القاعدة الإنتاجية بما يسمح بتنويع أنماط الإنتاج الزراعى وأساليبه وفق إختلاف المناخ والتربة وإقامة قواعد جديدة للإنتاج الصناعى خارج النطاقات المأهولة بالسكان تخفيفا للتلوث البيئى فى الوادى القديم وتلافيا لإستنزاف الأراضى المنتجة . ويضاف إلى ذلك إتساع المجال أمام نشأة مجتمعات جديدة تمارس فيها الأعمال الإنتاجية والأنشطة الخدمية وفق مفاهيم جديدة لايعوق تنفيذها أى عوائق .

إن فكرة الخروج من الوادى القديم تمليها إعتبارات تحقيق التكافؤ فى التنمية بين مختلف أقاليم الدولة وذلك بالإهتمام بالمناطق المهملة فى عصر بات فيه الحق للتنمية للجميع من أهم حقوق الإنسان والقضاء على وجود مناطق طاردة للسكان وتحويل جنبات الوادى وخارجه إلى مناطق جذب سكانى مستمر .

وقد أثبتت الدراسات والأبحاث أن هناك إمتدادين يمكن إعتبارهما نموذج للإنطلاق بمصر نحو بناء حضارة جديدة .

أولهما : هو سيناء وذلك بتوصيل ماء النيل من خلال ترعة السلام والتى تقدر مواردها المائية من مياه النيل بنحو (٢,١١) مليار متر مكعب سنويا ومن مصرف السرو بنحو (٠,٤٣٥) مليار متر مكعب سنويا ومن مصرف حادوس بنحو (١,٩٠٥) مليار متر مكعب سنويا بنسبة خلط ١ : ١ مع مراعاة متابعة الخلط بحيث لايزيد تركيز الأملاح عن ٨٠٠

جزء فى المليون وسوف تروى الترعة مساحة (٢٢٠) ألف فدان خلال مسارها بطول (٨٢) كيلو متر فى محافظات الدقهلية والشرقية وبور سعيد والإسماعيلية . كذلك سوف يستصلح ما مساحتة (٤٠٠) ألف فدان داخل سيناء خلال طول الترعة الذى يصل إلى ١٥٥ كيلو متر (٦٠ ألف فدان فى منطقة سهل الطينة ، ٦٥ ألف فدان فى منطقة القنطرة شرق ، ٧٠ ألف فدان فى منطقة رابعة ، ٧٠ ألف فدان فى منطقة بئر العبد ، ١٣٥ ألف فدان فى منطقة القوارير) وبهذا تكون سيناء (بوابة مصر الشرقية) منطقة جذب سكانى من الوادى القديم ومنطقة إقامة حضارة تنموية جديدة من إنتاج زراعى وصناعى .

وثانيها : الإمتدادات خارج الوادى القديم وهو أضخم المشاريع على الإطلاق لاستصلاح أراضى جديدة لزيادة الإنتاج الزراعى وبناء حضارة تنموية جديدة من إنتاج زراعى وصناعى هو مشروع توشكى وذلك بمد النيل إلى قلب الصحراء الغربية والإمتداد الجديد يعتبر أنسب منطقة ارتكاز حضارى للربط بين جنوب غرب مصر وشمال غرب السودان وشمال شرق تشاد وجنوب شرق ليبيا والمنطقة تشغل مساحة كبيرةعلى بحيرة ناصر(بحيرة السد العالى) والتى يمكن الإستفادة من ثرواتها النباتية والحيوانية فى العديد من الصناعات بالإضافة الى استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فى توليد طاقة كهربائية نظيفة لتغطية الإحتياجات المتوقعة .

وقد تم عمل حصر تصنيفى للتربة حول قناة توشكى (وهى القناه التى ستمد المنطقة بالمياه من بحيرة السد العالى) وتقع المنطقة التى تمت دراستها فى أقصى جنوب مصر من الناحية الغربية لبحيرة السد العالى وهى مستطيلة الشكل يبلغ عرضها من الجنوب الى الشمال حوالى ١١٠ كيلو متر إبتداء من شمال شرق خور توشكى وتمتد غربا بطول حوالى٢٥٠ كيلو متر حيث تقع بين خطى عرض ٣٠ ٢٢ ، ٣٠ ٢٣ شمالا

وخطى طول ٣٠ ٢٩ ، ٠٠ ٣٢ شرقا وقد إعتمدت الدراسة على تحليل معلومات القمر الصناعى الأمريكى بالإضافة الى الدراسة الحقلية والتى قام بها باحثوا معهد بحوث الأراضى والمياه وذلك بالإهتداء بصور الأقمار الصناعية وأخذ عينات من القطاعات المختلفة وتحليلها معمليا .

ومن نتائج الدراسات المورفولوجية والحقلية لقطاعات التربة ونتائج التحليل الكيماوى والطبيعى للعينات المختلفة تم تقسيم منطقة الدراسة الى وحدات تربة حسب التقسيم الأمريكى للأراضى ومن واقع الدراسة تبين أن هناك (٥١٦) ألف فدان أراضى صالحة للزراعة ، (٣٨٣) ألف فدان صالحة للإستزراع ،(١,٢) مليون فدان أراضى متوسطة الصلاحية للإستزراع وبذلك تصل المساحة القابلة للإستزراع فى هذه المنطقة الى أكثر من (٢) مليون فدان بنسبة تصل الى(٣٥%) من المساحة المدروسة [مصر والقرن الحادى والعشرين كتاب الأهرام الإقتصادى العدد ١١٤ - أول يوليو ١٩٩٧ - تقديم دكتور/ كمال الجنزورى رئيس مجلس الوزراء] .

ومما تقدم يتضح أن مشروع توشكى يعتبر أكبر مشروع لإستصلاح الأراضى يتم تنفيذه فى مصر حتى الآن بالإضافة الى إقامة مجتمعات عمرانية وصناعية والتى ستعتمد أساسا على الخامات المتوفرة فى البيئة والمنتجة من الإنتاج الزراعى.

بالإضافة الى إستصلاح أراضى جديدة وإستزراعها فإن تحسين الأراضى المتزرعة والتى قد يحدث لها تدهور أو كما يطلق عليه الآن تصحر يعتبر عاملا مهما لزيادة الإنتاج الزراعى ليفى بإحتياجات الزيادة السكانية . فإن الأراضى المستعملة فعلا قد تتعرض للتدهور فى المناطق الجافة والشبه جافة مما يؤدى الى فقد الأرض لقدرتها الإنتاجية أو نقصها نقصا كبيرا وقد تحدث هذه العمليات نتيجة تحالف عوامل طبيعية وإجتماعية فى نظام بيئى لايتحمل أخطاء الإستخدام وليس بالضرورة نتيجة لتغير مناخ المنطقة فالرعى الجائر والإستزراع السيىء لبعض الأراضى والرى الزائد

مع صرف غير كافى وكذلك الرى بمياه ملحية قد تؤدى الى تكوين أراضى مالحة أو قلوية وهذا يؤدى الى نقص إنتاجية هذه الأراضى وبالتالى فإن تحسين خواصها وذلك بعمل الدراسات اللازمة ثم علاجها يؤدى الى زيادة القدرة الإنتاجية لأراضى متزرعة فعلا وبالتالى زيادة الإنتاج الزراعى ويعتبر ذلك مقاومة للتصحر .

ونظرا لأن تدهور الأراضى المتزرعة فى مصر أو تصحرها يكون راجع أساسا الى تأثرها بالأملاح نتيجة لإستخدام الرى الزائد أو إستخدام مياه ملحية فى بعض الأحيان أو لارتفاع مستوى الماء الأرضى كما يحدث فى شمال الدلتا وكذلك فإن أراضى التوسع أو الإستصلاح فى مصر إما أن تكون أراضى متأثرة بالأملاح كما فى أراضى حفير شهاب الدين بمحافظة الدقهلية وأراضى سهل الطينة بسيناء أو قد تكون أراضى رملية مثل وادى النطرون وسيناء وبعض مناطق جنوب الوادى (توشكى) وقد تكون أراضى جيرية كما فى أراضى شمال التحرير والساحل الشمالى ولذلك فإن الأراضى التى سيتم التوسع فيها وإستصلاحها أو تحسينها والتى سيتم دراستها فى هذا المقرر هى :

١) الأراضى المتأثرة بالأملاح	**Salt Affected Soils**
٢) الأراضى الرملية	**Sandy Soils**
٣) الأراضى الجيرية	**Calcareous Soils .**

ومشروعات إستصلاح الأراضى هى الأنشطة التى يقوم بها البشر والتى تهدف بصفة أساسية الى معالجة عيوب الأراضى حتى تصبح أراضى منتجة أو يزداد إنتاجها نتيجة هذا العلاج . وعمليات إستصلاح الأراضى تهدف إلى معالجة جميع المشاكل الموجودة وليس لعلاج خاصية واحدة فمثلا الأراضى المتأثرة بالأملاح تحتاج عادة الى توفير المياه الصالحة للرى وكذلك الى وجود نظام صرف جيد حتى يمكن التخلص من

الأملاح الزائدة وكذلك الى تحديد مدى إحتياجها الى الكالسيوم ككـــــاتيون ثـــانى للإحلال محل الصوديوم وكمية الجبس اللازمة وكذلك الى تحديد نوعية المحاصيل الـتى تناسب حالة الأرض وإذا كانت أرض طينية فما هو مدى إحتياجها الى تسوية سطحها حتى لا يؤدى عدم استواء السطح الى تجميع الأملاح فى المناطق المنخفضة .

الباب الثانـــــى

بعض خواص غرويــات الأراضــى

١ - مصدر الشحنات الكهربائية على الحبيبات الغروية

تتميز الغرويات الأرضية (سواء أكانت غرويات معدنية مثــل معــادن الطــين وأكاسيد الحديد والألمونيوم الغروية أو الغرويات العضوية الناتجة من تحلــل البقايــا العضوية بالتربة) بألها تحمل شحنات كهربائية هذه الشحنات إما أن تكون :

أ - شحنات تعتمد على رقم الــ pH pH-dependent charges

وهى الشحنات التى تنشأ على الحبيبات الغروية العضوية وكذلك على أكاسيد الحديد والألمونيوم وكذلك على معدن طين الكاؤلينيت المطحون والشحنة تنشأ عموما نتيجة التحلل والإرتباط Dissociation Or Association كما هو موضح فى المثال التالى:

$$R-COOH \rightleftharpoons R-COO^- + H^+$$

فعند إنخفاض رقم الــ pH تكتسب مجموعة الأمين NH_2 - شحنة موجبة

$$-NH_2 + H^+ \rightleftharpoons -NH_3^+$$

وعند ارتفاع رقم الــ PH تكتسب مجموعة الكربوكسيل شحنة سالبة

$$R-COOH + OH^- \rightleftharpoons R-COO^- + H_2O$$

كذلك فإن أكاسيد الحديد والألمونيوم الغروية تحمل الشحنات الموجبة بانخفاض رقــم الــ pH والشحنات السالبة بارتفاع رقم الــ pH

$$Fe-OH + OH^- \rightleftharpoons Fe-O^- + H_2O$$

$$Fe-OH + H^+ \rightleftharpoons Fe-OH_2^+$$

وتتصرف مجموعة الفينول الناتجة عن معدن طين الكاؤلينيت بنفس المنوال السابق

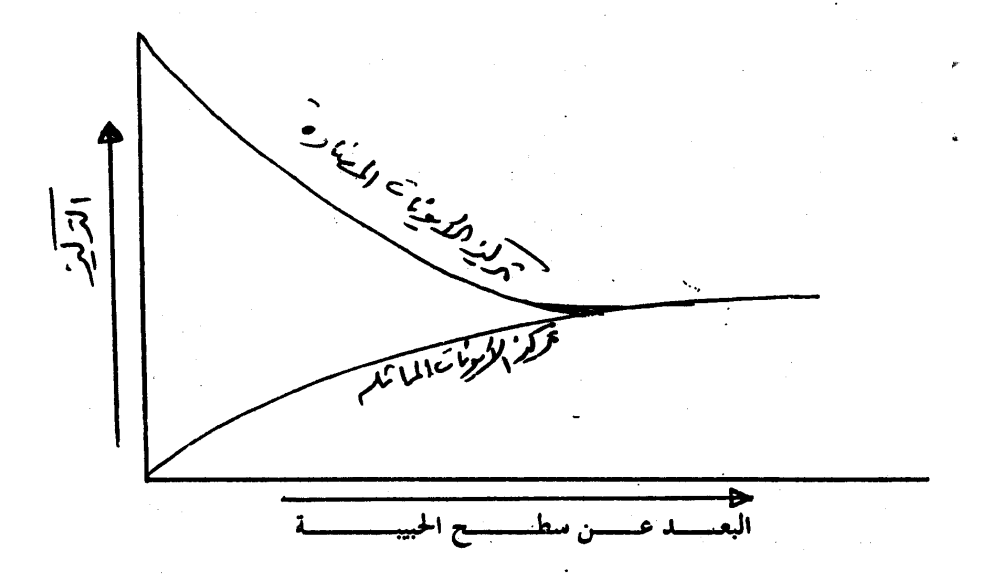
ب – شحنات ثابتة أو مستديمة Constant Or Permanent Charges
وتتكون نتيجة لحدوث عملية الإحلال المتماثل Isomorphous Substitution في معادن الطين وخاصة معدن طين المونتموريللونيت حيث يحل كاتيون ذو تكافؤ أقل محل كاتيون أعلى في التكافؤ مثل إحلال الحديدوز أو الماغنسيوم محـل الألمونيـوم في طبقة الأوكتاهيدرا في معدن طين المونتموريللونيت والذي ينتج عنه تكون شـحنات سالبة ثابتة أي لا تتغير كميتها أو إشارتها بارتفاع أو انخفاض رقم الـ pH .

والمحصلة النهائية أن غرويات الأراضي تحمل شحنة كهربائية غالبـا مـا تكـون الشحنة سالبة هي السائدة كما في الأراضي المصرية أو أراضي المناطق المعتدلة عامة .

٢ – الطبقة الكهربائية المزدوجـة Electrical double layer نتيجـة لأن الحبيبات الغروية تحمل شحنات كهربائية لابد أن تعادل بكمية مكافئة لهـا بأيونـات مخالفة لها في الشحنة من الوسط الخارجي وبذلك فإن الطبقة الكهربائيـة المزدوجـة تتكون من شحنة الحبيبة الغروية وكمية متكافئة من الشحنة الأيونية Ionic Charge المتجمعة في السائل القريب من سطح الحبيبة والأيونات المتبادلة تكون محاطة بجزئيـات الماء وعلى ذلك يمكن إعتبارها مكونة لمحلول يسمى غالبا بالمحلول الداخلـي وذلـك للتمييز بينه وبين المحلول الخارجي المحتوى على الاليكتروليتات الحرة ويطلـق علـى الأيونات المدمصة والتي لها شحنة مخالفة لشحنة الغروى باسم الأيونـات المضـادة Counter Ions وعلى تلك التي لها شحنة مماثلة في الإشارة لشحنة سطح الغـروى بالأيونات المصاحبة Co ions or Associated ions.
ففي حالة معدن طين المونتموريللونيت والذي يحمل الشحنة السالبة فمن المتوقع طبعـا جذب أو ادمصاص Adsorption عدد مكافىء من الكاتيونـات الـتي تحمـل الشحنة الموجبة الى سطح الغروى نتيجة للقوى الاكتروستاتيكية مكونة مـا يسـمى

بالطبقة الكهربائية المزدوجة وفى نفس الوقت يحدث تنافر بين كمية مكافئة من الأيونات التى تحمل الشحنة السالبة (الأنيونات) ويؤدى ذلك التنافر الى الإبتعاد عن سطح الطين ليصبح تركيزها قرب سطح الطين الغروى تقريبا صفر .

وقد وضعت نظريات عديدة تفسر توزيع الأيونات المتباينة حول الحبيبات الغروية



ويتوقف سمك الطبقة الكهربائية المزدوجة على عدة عوامل أهمها :

أ -تركيز المحلول الخارجى حيث تتناسب تناسبا عكسيا مع التركيز أى يقل السمك بازدياد تركيز الأملاح فى المحلول الخارجى بمعنى أن الطبقة الكهربائية المزدوجة تكون منضغطة وسمكها أقل فى التركيز المرتفع والعكس صحيح عندما يكون تركيز الأملاح فى الوسط الخارجى منخفض .

ب -تكافؤ الأيون المضاد حيث يقل سمك الطبقة الكهربائية المزدوجة بزيادة تكافؤ الأيون المضاد والعكس صحيح فإن الألمونيوم الثلاثى التكافؤ يضغط الطبقة الكهربائية

المزدوجة أكثر من الكالسيوم الثنائى التكافؤ وهو بالتالى يقلل سمك الطبقة الكهربائيـة عن كاتيون الصوديوم

جـ - نصف قطر الأيون المتأدرت وفى حالة تساوى شحنة الكاتيون يتوقف سمـك الطبقة الكهربائية المزدوجة على نصف قطر الأيون المتأدرت فكلما صغر نصف قطـر الكاتيون المتأدرت يصبح فى استطاعته الإقتراب من سطح الغروى وبالتالى انخفـاض سمك الطبقة الكهربائية المزدوجة ففى حالة الكاتيونات الأحادية تترتب حسب قدرتهـا على خفض سمك الطبقة الكهربائية كالتالى :

$$Cs^+ > Rb > k^+ = NH_4^+ > Na^+ > Li$$

أما فى حالة الكاتيونات الثنائية تكون القدرة على خفض سمك الطبقة كالتالى :

$$Sr^{++} = Ba^{++} > Ca^{++} > Mg^{++}$$

٣ - التبادل الكاتيونى Cation Exchange

المقصود بالتبادل الكاتيونى هذه العملية العكسية Reversible process التى يتم فيها تبادل الكاتيونات بين كل من غرويات التربة والسائل المحيط أو ما يسمى بالمحلول الأرضى وفى استطاعة أى كاتيون فى المحلول الأرضى أن يحل محل كاتيون مدمص على سطح الغروى اذا زاد تركيزه فى الوسط أو أن يكون تكافؤه أعلى مـن الكـاتيون المدمص والكاتيونات المتبادلة الشائعة فى معظـم الأراضـى هـى : الكالسـيوم ، المغنسيوم ، والصوديوم ، والبوتاسيوم ، والأمونيوم ، والهيدروجين ، وغالبا مـاتكون السيادة لكاتيون الكالسيوم وخصوصا فى الأراضى التى بها نسبة لابـأس بهـا مـن كربونات الكالسيوم أو الأراضى الجيرية أما فى الأراضى الحامضيـة فـإن أيونـات الألمونيوم هى التى تكون سائدة يليها كاتيون الهيدروجين .

وفى الأراضى الملحية الصودية أو القلوية فإن أيون الصوديوم يسـود علـى سـطح الغرويـات (معقد الإدمصاص) .

٤ –السعة التبادلية الكاتيونية **Cation exchange capacity** وتعرف بأنها عدد مكافئات الكاتيونات اللازمة لكى تعادل الشحنة السالبة لوحدة الكتلة من الأرض أى مكافىء/كيلو جرام من الأرض الجافة تماما وإن كان درج على استعمال ملليمكافىء/١٠٠جم من الأرض الجافة تماما .

وتتوقف قيمة السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) على عدة عوامل منها كمية الطين فى التربة ونوع معدن الطين السائد ونسبة المادة العضوية بالتربة ورقم pH الأرض.

وتتراوح قيم CEC فى الأرض الطينية المصرية حول ٤٠ ملليمكافىء/١٠٠جم تربة فى حين تنخفض فى الأرض الرملية لتكون حول ٤ ملليمكافىء/١٠٠ جم تربة.

والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل الى مجموع الكاتيونات المتبادلة والتى يطلق عليها :

(ESP) Exchangeable Sodium Percentage= الصوديوم المتبادل / السعة التبادلية الكاتيونية × ١٠٠

لها دلالة عن إتجاه الأرض للقلوية حيث كلما زادت هذه النسبة تعنى إتجاه الأرض للتدهور كما سيأتى ذكر ذلك عند التكلم عن الأراضى المتأثرة بالأملاح .

الأراضى المتأثرة بالأملاح Salt affected soils

ويقصد بها الأراضى التى تأثرت خواصها الطبيعية والكيماوية والحيوية بالأملاح الــتى تراكمت فيها وقد يطلق عليها بالأراضى الملحية أو بعد غسيلها والتى ينتج عنه زيـادة نسبة الصوديوم المتبادل والتى يطلق عليها الأراضى القلوية أو الأراضى التى يرتفـــع فيها تركيز الأملاح ويزداد فيها فى نفس الوقت نسبة الصوديوم المتبادل والتى يطلـــق عليها بالأراضى الملحية القلوية . مثل هذه الأراضى يجب أن يتبع معها سياسة خاصة لاستزراعها ويجب أن يجرى عليها عمليات تحسين حتى يزيد انتاجها مـــن المحــاصيل المختلفة وتنتشر هذه الأراضى فى كثير من أنحاء العالم وخاصة فى المناطق الجافة والشبه جافة .

وفى جمهورية مصر العربية حيث :

١ -المناخ الحار الجاف معظم أشهر السنة مع انخفاض معدل سقوط الأمطار علــى جميع أنحاء البلاد .

٢ -طبيعة تكوين الأراضى الرسوبية فى الدلتا وانخفاض مستوى الأرض واقترابه من سطح البحر الأبيض والبحيرات الملحية كلما اتجهنا شمالا وارتفاع مستوى المـاء الأرضى فى شمال الدلتا وتحوله الى ماء مالح لاتصاله بمـــاء البحــر الأبيــض والبحيرات الشمالية الملحية أدى الى تكوين أراضى متأثرة بالأملاح .

٣ -التحول من نظام رى الحياض الى نظام الرى المستديم واستخدام كميات كبيرة من المياه فى الرى طوال العام مع انخفاض كفاءة الصرف والمصارف أدى الى ارتفاع مستوى الماء الأرضى Water Table الى المستوى الحرج وارتفـــاع المـــاء بالخاصة الشعرية وتبخره على سطح التربة وارتفاع تركيز الأملاح بها

٤-فى نهاية الترع ومع عدم توفر المياه الصالحة للرى يلجأ الزراع الى استخدام مياه الصرف الملحية فى الرى مما يؤدى الى تراكم الأملاح وتكوين أرض ملحية .

٥-عدم استواء سطح الأرض فى الدلتا ذات القوام الناعم الطينى يؤدى الى تكوين مناطق ملحية وخاصة فى المناطق المنخفضة التى تعمل كمصرف للمناطق الأعلى منها أو فى المناطق المرتفعة التى لا يصل اليها ماء الرى وتراكم الأملاح بها بالخاصة الشعرية .

كل ذلك أدى الى تكوين مساحات من الأراضى المتأثرة بالأملاح والتى تنتشر فى مصر وتحتاج الى عناية خاصة حتى تزيد إنتاجها من المحاصيل الزراعية .

هذه المناطق تتواجد فى :-

أ - فى شمال الدلتا والمناطق المتاخمة للبحيرات الشمالية .

وهذه المناطق تقع فى محافظات دمياط-والدقهلية-والأراضى المحيطة ببحيرة المنزلة شرق فرع دمياط وكلها أراضى رسوبية وكذلك أراضى قلابشو والزيان وهى أراضى رملية غرب فرع دمياط وحفير شهاب الدين وأراضى الحامول وبلطيم والتفتيش المحيطة ببحيرة البرلس بمحافظة كفر الشيخ وأراضى شمال محافظة البحيرة من المحمودية وأبو حمص والمناطق المحيطة ببحيرة إدكو .

وأسباب تملح مثل هذه الأراضى هو الغمر بماء البحر والبحيرات أو التمليح الثانوى . ومعظم هذه الأراضى أراضى طينية ثقيلة ماعدا أراضى قلابشو والزيان بمحافظة الدقهلية والملح السائد هو ملح كلوريد الصوديوم والمناطق المتاخمة للبحيرات مباشرة يزيد بها كاتيون المغنسيوم نتيجة للغمر بالماء الملحى مباشرة .

ب - الأراضى الرسوبية شمال غرب محافظة البحيرة حتى تتداخل فى الصحراء الغربية وتتميز مثل هذه الأراضى بوجود القواقع البحرية والأصداف منتشرة فى

القطاع الأرضى مما يسهل فى عملية تحسينها لسهولة حركة الماء لأسفل فى مثل هـذه الأراضى والملح السائد أيضا هو كلوريد الصوديوم وبالتالى فان الكلوريد هو الأنيون السائد يليه أنيون الكبريتات والصوديوم هو الكاتيون السائد ويليه كاتيون المغنسيوم وخاصة فى المناطق المتاخمة لبحيرة إدكو .

وهذه الأراضى ذات قوام طينى يقل تدريجيا كلما اتجهنا للغرب حتى تتداخل مع الصحراء الغربية .

جـ -أراضى رسوبية فى الوجه القبلى .

لم تكن توجد بصورة واضحة أراضى ملحية فى الوجه القبلى عندما كان رى الحياض هو السائد نتيجة لأن مستوى الماء الأرضى بعيد عن السطح بحوالى (٢) متر أو أكثر ولكن التحول الى الرى المستديم بعد بناء السد العالى وعدم وجود مصارف كافية بدأت تظهر هذه المشكلة وهى تكون بعض الأراضى المتأثرة بالأملاح فى مثل هذه الأراضى الرسوبية الثقيلة . ففى بنى سويف ظهرت بعض مساحات من الأراضى المتأثرة بالأملاح نتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضى وذلك لانشاء مصرف مغلق بها وهذه المساحات تزداد مع الزمن والصوديوم هو الكاتيون السائد والكلوريد هو الأنيون السائد . كذلك وجدت أراضى ملحية صودية فى اسنا وسمالوط

د -أراضى رسوبية تقع فى الصحراء .

مثل سهل الطينة بسيناء وهى أرض طينية كونها النيل أيضا عندما كان متصل بسيناء وترتفع فيها الأملاح بدرجة كبيرة لقربها من البحر الأبيض المتوسط شرق قناة السويس والصوديوم هو الكاتيون السائد ويليه كاتيون المغنسيوم والكلوريد هو الأنيون السائد يليه الكبريتات .

أراضى التل الكبير بمحافظة الشرقية فى أقصى شرق المحافظة ولذلك فسمك الطبقة الطينية صغير يليه قوام رملى وهى أراضى ملحية صودية أو قلوية وتعزى تكون الملوحة لرشح مياه القنوات بها .

وكذلك أراضى بمحافظة البحيرة عند تداخلها مع الصحراء الغربية عند كوم الحنش وترجع ملوحتها الى رشح قنوات الرى .

هـ- أراضى ملحية صحراوية .

مثل المناطق المحيطة ببحيرة البردويل شمال سيناء وتأثرها بالماء الملحى من البحيرة كذلك مساحات متناثرة على الساحل الشمالى الغربى والتى تغمر بماء البحر الأبيض نتيجة لانخفاضها عن سطح البحر مثل أراضى سهل الضبعة بالساحل الشمالى الغربى .

وفى مثل هذه الأراضى يظهر كاتيون المغنسيوم بوضوح نتيجة لتوفره بماء البحر وبالتالى فان الأرض ملحية صودية مع ارتفاع نسبة كاتيون المغنسيوم بها .

مصادر الأملاح فى الأراضى المتأثرة بالأملاح .

Salt Sources Of Salt Affected Soils

تتكون الكاتيونات والأنيونات الذائبة فى الأراضى المتأثرة بالأملاح من مقادير متفاوتة من كاتيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وان كان أكثرها شيوعا وكمية هى كاتيونات الصوديوم ويليها كاتيون المغنسيوم وخاصة فى المناطق القريبة من البحار والبحيرات ويوجد كاتيون البوتاسيوم بكميات قليلة ، كذلك توجد أنيونات أهمها بالترتيب أنيون الكلوريد والكبريتات وأنيون البيكربونات وقد يتواجد أنيون الكربونات وخاصة فى الأراضى القلوية التى يزيد فيها رقم الـ pH للعجينة المشبعة عن (٨,٥) .

ونظرا لانتشار مشكلة الأراضى المتأثرة بالأملاح فقد اهتم العلماء بتفسير تراكم الأملاح فى هذه الأراضى ووضعت عدة تفسيرات والتى قد تصلح فى منطقة ما عن منطقة أخرى وسنسرد فيما يلى الآراء والإقتراحات التى وضعت لتفسير ذلك .

أعزى كلارك **CLARK ,1924** نتيجة لتحلل المعادن الأولية والصخور السطحية للقشرة الأرضية وبالتالى انفراد الأملاح فقد ذكر أن متوسط محتوى القشرة الأرضية من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم تتراوح من (٢-٣ %) وأن متوسط محتوى الكلوريد فى القشرة الأرضية حوالى٠,٠٥ % والكبريتات حوالى ٠,٠٦% وأن تحلل هذه الصخور ينتج عنها انفراد أملاح الكلوريدات والكبريتات لكل من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم .

ومن ناحية أخرى يرى كوفدا **KOVDA** أن مصادر الأملاح فى الأراضى يمكن أن تعزى الى واحد أو أكثر من المصادر التالية :

أ- مصادر بحرية وذلك فى الأراضى المجاورة للبحار والبحيرات فى المناطق الجافة وهى تتكون أساسا من ملح كلوريد الصوديوم .

ب- مصادر قارية والتى تتكون فيها الأملاح نتيجة لتحلل أو تجوية الصخور النارية **Igneous Rocks** والصخور الرسوبية **Sedemintry Rocks** الغنية فى الأملاح .

جـ- مصادر جوفية ويكون ذلك بتبخر المياه الجوفية العميقة والتى ينتج عنها تراكم الأملاح فى المنخفضات القارية مثل منخفض القطارة .

د- مصادر الدلتا : وينتج تراكم الأملاح فى هذه الأراضى إما عن طريق النقل بواسطة مياه الأنهار أو عمليات تراكم الأملاح من البحار نتيجة للنقل بواسطة

الرياح حيث تنتقل ذرات المياه المالحة أو فى نهاية الدالات الملاصقة للبحار كما فى دلتا نهر النيل فى السواحل الشمالية .

هـ-مصادر بشرية : والتى ينتج منها تراكم الأملاح نتيجة للأخطاء البشرية مثل الرى بمياه ملحية أو استخدام الرى المستديم مع عدم كفاءة الصرف وبالتالى ارتفاع مستوى الماء الأرضى Water Table الى الحد الحرج وانتقال الماء بالخاصة الشعرية Capillary Action وتبخره وتراكم الأملاح وتزهرها على سطح الأرض . .

ومن ناحية أخرى يرى فالتر WALTER,1961 أن مصادر الأملاح لايمكن أن تنتج عن تجوية المعادن الأولية فى الصخور النارية والمتحولة وذلك لأن المعادن الغنية بالأملاح تعتبر قليلة وأعزى تكون الأملاح الى مياه البحار الغنية بكلوريد وكبريتات الصوديوم والمغنسيوم وخاصة فى الأراضى الممتدة على سواحل البحار والبحيرات وكلما بعدنا عن سواحل البحار يكون تراكم الأملاح نتيجة عوامل أخرى وأعزى تراكم الأملاح فى الأراضى المتأثرة بالأملاح الى :

١- بخر كميات كبيرة من المياه وخاصة فى البحيرات المغلقة مثل البحيرات المرة ووادى النطرون .

٢- ترسيب الأملاح عن طريق النقل بواسطة الرياح والتى تنقل الأتربة المالحة من مكان لآخر .

٣- نتيجة لتجوية الصخور الرسوبية البحرية بعد انحسار مياه البحار عنها وينتج عن ذلك تراكم الأملاح الغنية بها مثل تلك الصخور .

ويرى كيلى KELLEY,1951 أن الصخور النارية Igneous Rocks تعتبر مصدر هام للكلوريدات بعد تجويتها كما أن البراكين وما ينتج عنها من تصاعد

أبخرة حمض الهيدروكلوريك HCL تعتبرمصدرمهم للكلوريدات فى البحار والأراضى كذلك فإن أملاح الكبريتات ترجع أيضا الى غازات البراكين واحتوائها على أكسيد الكبريت وأكسدة الكبريتيدات وتحولها الى الكبريتات عن طريق الأكسدة البيولوجية.
أما أملاح النترات فيعزى كيلى تكونها وتراكمها الى المصدر الحيوى نتيجة لانحلال المواد العضوية وتحول النيتروجين الى نترات وأيضا الى عمليات أكسدة للنيتروجين الجوى فى طبقات الجو العليا نتيجة لارتفاع درجة الحرارة أثناء البرق ونزوله الى الأرض مع ماء الأمطار .

التمليح الثانوى Secondary Salinization

شاع هذا التعبير للتمييز بين التمليح الذى يحدث نتيجة للأخطاء البشرية فى استخدام الأرض الإستخدام السيىء وبين اتباع نظم رى غير مناسبة مع استعمال مياه غير صالحة للرى مع عدم وجود صرف جيد .

وقد ذكر Szabolcs ,1975 أن التمليح الثانوى يحدث نتيجة :

١ – ارتفاع مستوى الماء الأرضى .

ويكون ذلك نتيجة ادخال نظام الرى ونتيجة رشح المياه من القنوات وزيادة معدلات ماء الرى نتيجة الرى بالغمر يؤدى الى ارتفاع فى مستوى الماء الأرضى . level of groundwater

ويؤدى ذلك الى أن :

أ – المحتوى الملحى فى الماء الأرضى يتراكم فى طبقات الأرض العميقة .

ب– صعود الماء الأرضى ينقل الأملاح من طبقات الأرض العميقة الى الطبقات السطحية .

ج–ارتفاع مستوى الماء الأرضى يعيق ويحد الصرف الطبيعى ويمنع غسيل الأملاح.

وتتوقف الفترة التى تمضى بين انشاء نظم الـرى الجديـدة ووضـوح التمليح فى الأرض على عدة عوامل أهمها :

* درجة كفاءة نظام الرى ومقدار الفقد من القنوات والترع فزيادة الفقـد أو نقص كفاءة الرى يؤدى الى سرعة ارتفاع مستوى الماء الأرضـى وبالتـالى سرعة تمليح الأرض .
* نظام الرى المتبع . فنظام الرى بالغمر مع عدم وجود الصرف يؤدى الى رفع مستوى الماء الأرضىفىفترةزمنية قصيرة بالمقارنةبنظم الرى بالرش أوالتنقيط
* درجة كفاءة نظم الصرف الموجودة. حيث أنه فىحالة وجود صرف غيركافى يرتفع مستوى الماء الأرضى لعدم قدرة المصارف على التخلص من ماء الرى المضاف
* العمق الأصلى للماء الأرضى . ويلاحظ أن قوام التربة له تأثـير كبـير فى التمليح نتيجة ارتفاع مستوى الماء الأرضى وصعود الماء عن طريق الخاصيـة الشعرية الى سطح التربة وتبخره وتراكم الأملاح على سطح التربة ففـى الأراضى الطينية الثقيلة يرتفع الماء بالخاصة الشعرية بـالرغم مـن وجـود مستوى الماء الأرضى على مسافات بعيدة بالمقارنة بـالأراضى الخفيفـة أو الرملية التى يلزمها أن يكون مستوى الماء الأرضى قريبا من سطح الأرض .

العمق الحرج للماء الأرضى :-

وهو عمق الماء الأرضى الذى يبدأ عنده تمليح سطح الأرض نتيجة ارتفاع هذا الماء وإحداث ضرر للنباتات النامية ويرى كوفدا KOVDA أن تبخير المـاء الأرضـى وتجمع أملاحه فى الأرض يزداد كلما اقترب مستوى الماء الأرضى من السطح ابتـداء من عمق (٢-٣م) أو أقل يصل تجمع الأملاح الى أقصاه فى حالة الجو الجاف ويختلف هذا العمق تبعا لقوام الأرض وتركيز الأملاح فى الماء الأرضى ولقـد درس الجبلـى ونجيب ١٩٦٥ تأثير عمق وتركيز الأملاح فى الماء الأرضـى علـى تمليـح الأرض

باستخدام الليزيمترات المتزرعة بنبات القطن والرى السطحى وقد توصلــوا الى أنــه عندما حفظ مستوى الماء الأرضى على عمق(٥٠) سم من سطح التربة فان الزيادة فى ملوحة الطبقة السطحية(٢٠سم) كان واضحاوعندماكان عمق الماءالأرضى (٩٠سم) من سطح التربة فإن ملوحة التربة كانت أقل من (١/٣) من ملوحة التربة عندما كان مستوى الماء الأرضى على عمق (٥٠ سم) وقد قررا أن عمق مستوى الماء الأرضــى يعزى الى ملوحة سطح التربة بدرجة كبيرة عن محتوى مســـتوى الملوحـــة فى المـــاء الأرضى.

٢ - تراكم الأملاح نتيجة لاستخدام ماء رى مالح

Accumulation of salts from poor quality irrigation water.

يحدث تراكم للأملاح فى التربة وعلى سطحها نتيجة استخدام مياه ملحية فى الـرى ويتوقف درجة التمليح للتربة وسرعة تمليحها على عدة عوامل منها :

أ- درجة الملوحة فى مياه الرى ونوعية الأملاح الذائبة فى الماء .

ب- خواص التربة التى تروى بالماء الملحى مثل نسبة الطين (القـــوام) - نســـبة الأملاح بها - نسبة الصوديوم المتبادل ESP .

ج- المناخ السائد فى المنطقة من متوسط درجة الحرارة ومعدل تساقط الأمطار.

د- حالة الصرف ومدى كفايته .

كيف يحدث التمليح الثانوى نتيجة إستخدام ماء رى ملحى

أوضحت الدراسات التى قام بها بلبع (BALBA,1964) أنه :

* إذا كان الصرف جيد فى المنطقة والأرض غير مزروعة فإنه عند إضافة مـــاء علـــى الأرض تحتفظ الأرض بجزء من الماء يعادل السعة الحقلية لها وبالتالى تحتفـظ الأرض

بمقدار من الأملاح يعادل مقدار الماء الذى احتفظت به الأرض مضروبا فى تركيز الأملاح فى الماء المستعمل .

* الماء الزائد عن السعة الحقلية للأرض يأخذ طريقه الى المصرف وفى طريقه من سطح الأرض الى باطنها حتى يصل الى المصرف يقوم بعملية إحلال محل المحلول الأرضى أى تفقد الأرض من أملاحها الأصلية جزءا يطرده ماء الرى الزائد

ولقد استنتج بلبع مما سبق أن :

أ- يزداد مقدار الأملاح الذى تحتفظ به الأرض الطينية فى قطاعها عن المقدار الذى تحتفظ به الأرض الرملية نتيجة للفرق بين السعة الحقلية العالية للأرض الطينية والمنخفضة للأرض الرملية .

ب- لايختلف مقدار الأملاح الذى تحتفظ به الأرض بزيادة مقدار الماء المضاف لأن مقدار الأملاح الذى تحتفظ به الأرض يتوقف على مقدار الماء الذى تحتفظ به عند السعة الحقلية لهذه الأرض . وما زاد عن ذلك يطرد فى المصرف بصرف النظر عن حجمه .

ج- فى حالة الأرض الواحدة يقل الملح الذى يفقده عمود الأرض بإزدياد تركيز المحلول المستعمل فى الرى .

أما إذا كان مستوى الماء الأرضى قريب من السطح والصرف غير جيد فإن تمليح التربة يتوقف على :

أ- زيادة أو نقص تركيز الأملاح فى الماء الجوفى نتيجة وصول ماء الرى اليه يتوقف ذلك على تركيز الأملاح فى ماء الرى والماء الأرضى الجوفى .

ب- مقدار الماء الأرضى الجوفى الذى يصل الى السطح بالخاصة الشعرية .

ج- معدل التبخر من السطح .

ومن الواضح أن الرى بماء ملحى لأرض لاتتمتع بصرف جيد يعنى إضافة مقـادير من الأملاح الى هذه الأرض مع كل رية دون أن يطرد من الأرض أملاحها .
وبالتالى فإن مقدار الملح الذى تكتسبه الأرض فى كل رية يعادل حاصل ضرب حجـم الماء المضاف كله فى تركيز الأملاح به وعندما يتحرك ماء الرى من سـطح الأرض الى باطنها فإنه يزيح الأملاح الأرضية وينقلها معه الى مستوى الماء الجوفى . وفى الفـترة بين الريات ينعكس اتجاه حركة الماء فيصبح من مستوى الماء الجوفى الى سطح التربـة ويحمل الماء معه الأملاح حيث تتجمع على السطح نتيجة للبخر وهكذا يتزايد محتوى قطاع الأرض من الأملاح مع كل رية ولو أنها تتحرك مع الماء من أعلى إلى أسفل عند إضافته ثم من أسفل إلى أعلى بين كل رية .

فى حالة عدم كفاية الصرف ونمو النباتات بالأرض فإنه بإضافة الماء الملحى تمتـص النباتات قدرا كبيرا من الماء المضاف ليواجه احتياجات النتح والبخر ويترك أغلب مـا يحتويه من أملاح فى الأرض فيزداد تركيز هذه الأملاح فى الماء الأرضى وبالتالى فـإن ارتفاعه مرة أخرى عن طريق الخاصة الشعرية يؤدى الى زيادة تركيزالأملاح فىالتربة.

ويجب الإشارة هنا الى أن عمليات التمليح الثانوى نتيجة ارتفاع مسـتوى المـاء الأرضى هى السبب الرئيسى فى تمليح كثير من الأراضى فى مصر سواء كان ذلـك بالدلتا أو الوادى ويكون ذلك واضحا فى شمال الدلتا خاصة عند نقص كفاية الصرف وعدم قدرته على تخفيض مستوى الماء الأرضى كذلك فإن التمليح الثـانوى نتيجـة استخدام ماء ملحى فهو شائع فى الأراضى المستصلحة بمصر نتيجة اسـتخدام ميـاه الصرف فى الرى كذلك يلاحظ ذلك فى نهاية الـترع حيـث لا يجـد المزارعـون احتياجاتهم من مياه الرى الصالح فيضطروا الى استخدام مياه المصارف فى الرى فيؤدى ذلك الى تمليح التربة ويكون التمليح واضحا وملموسا عندما يكون الصرف غير جيد ونتيجة لأن الأرض مزروعة بالمحاصيل التى تمتص كميات كبيرة من الماء تاركة الأملاح

الموجودة فى ماء الرى لـــيزداد تركيزهـــا وتأثيرهـــا علـــى تمليـــح التربـــة كمـــا وجـــــــد (Rhoades Et Al , 1973)

- فقد وجد حمدى وآخرون ١٩٦٨ م أن استخدام مياه رى تحتوى علـــى ٤جـــم أملاح / لتر أدت الى مضاعفة تركيز الأملاح بالتربة والتى كان قيم الـــ EC لهـــا ٠,٩٧ ملليموز/سم فوجدوا أيضا أن زيادة نسبة Na/Ca فى ماء الـــرى أدى الى زيادة الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص .

- وقد توقع عطا ATTA 1977 أن درجة التوصيل الكهربائى للتربـــة ترتبـــط بدرجة التوصيل الكهربائى لماء الرى بالمعادلة التالية $EC_{soil} = 3/2 \ EC_{1w}$ وقد وجد EL - Sawaby and Abou El - Anine 1977 أن تراكم الأملاح بالتربة يزداد بزيادة تركيز الأملاح بمياه الرى .

وقد وجد (Bhola et al ,1980) أن درجة التوصيل الكـــهربائى (EC) للتربـــة زادت من ٠,٥ ملليموز/ سم الى ٣,٥٨ ، ٦,٣٣ ، ٧,٤٢ ، ٨,٩٤ ملليموز/ســـم فى نهاية المحصول عند رى الأرض بواسطة ماء رى ذات توصيل كهربائى (EC) ٤ ، ٨ ، ١٢ ، ١٦ ملليموز/سم بالتتابع .

وقد قرر (THOMAS et al , 1981) أن ملوحة التربة تتوقف على درجـــة ملوحة الرى وعدد الريات التى أستخدمت .

وقد وجد (PAL et al,1984) أن متوسط درجة التوصيل الكهربائى ECلعجينة التربة المشبعة للطبقة السطحية للتربة (صفر-١٥سم) كانت ٠,٧٩ قـــدر درجـــة ملوحة الماء المستخدم فى الرى عند نهاية المحصول .

وقدقام العجرودىوأبوالسعود(١٩٨٨ EL-Agrodi and Abou El-Soud1988 بدراسة تأثير إستخدام ماء ري ذات درجات ملوحة مختلفة محضـــر صناعيـــا(٠,٤- ٢,٥-٤,٥-٧,٠ملليموز/سم مع ثبات الــSAR عند ٧) وذلـــك باســـتخدام

(كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم) فى رى محصول الأرز المتزرع فى ليزيمـترات على الإتزان الملحى فى التربة التى كانت تربة طينية والـ EC للعجينة المشبعة كـان ١,١٢ ملليموز/سم والأملاح الكلية ٠,٠٥٥ % وقد استخدم ماء الرى كل أربـع أيام لأعماق ٣ ، ٦ ، ٩ سم وفى نهاية المحصول تبين أن الإتزان الملحى معبر عنه جـم ملح/ متر٢ من الأرض قد زاد زيادة معنوية مع زيادة ملوحة مـاء الـرى حـتى ٧ ملليموز / سم .

والجدول التالى يوضح العلاقة العلاقة بين الميزان الملحى وملوحة وعمق ماء الرى :

Table (1): Salt balance (g/m^2) as affected by water salinity and regime of irrigation water.

Irrigation depths (cm)	Water salinity mmhos/cm 0.4	2.5	4.5	7.0	Mean	L.S.D.	5%	1%
3	9	592.0	1355.0	1665.0	905.3	S	56.1	85.0
6	-17	459.0	1063.0	1176.0	670.3	I	41.2	56.7
9	-58	444.0	913.0	1127.0	606.5	S x I	82.3	113.4
Mean	-22	498.3	1110.3	1322.7				

S = Salinity treatment
I = Irrigation depth
S x I = Interaction between water salinity and regime of irrigation water.

ويتضح من الجدول أن متوسط تراكم الأملاح قد زاد مـن -٢٢ الى +١٣٢٢,٧ جم/م٢ مع زيادة ملوحة ماء الرى من ٠,٤ (ماء الحنفية) الى ٧ملليموز/سم ويتضـح من الجدول أيضا أن الإتزان الملحى نقص معنويا مع زيادة عمق ماء الرى حيث نقـص

الملح المتراكم من ٩٠٥,٣جم/م^2 عنداستخدام ماءالرى بعمق٣سم الى٦٠٦,٥جم/م^2 عند زيادة عمق ماء الرى الى ٩سم .

ويتضح مما سبق أن إستخدام الماء الملحى فى الرى يؤدى الى زيادة ملوحة التربة حتى ولو كان المحصول المنزرع هو الأرز الذى جرى العادة عند بعض الزراع الى الإستعانة بماء المصارف فى رى الأرز وخاصة عند عدم كفاية المياه العذبة فى الترع .

عمليات تكوين الأراضى المتأثرة بالأملاح
Formation processes of salt affected soil

اهتم العلماء بدراسة التدهور الذى يحدث لأرض ما بمجرد تراكم وزيادة تركيز الأملاح فى التربة والذى غالبا مايكون كاتيون الصوديوم هو السائد عن باقى الكاتيونات وإذا ما تعرضت الأرض لعمليات الغسيل وفقد الأملاح سواء كان عن طريق الأمطار أو الغسيل بالمياه الغير ملحية أو ذو تركيز ملحى أقل من تركيز الأملاح فى التربة حيث يحدث تدهور للتربة كما هو مبين فى الخطوات التالية :

خطوات التكوين والتدهور Formation or deterioration processes

١- تراكم الأملاح (التمليح) Salt accumulatrom or salinization

وهى المرحلة الأولى لتكون الأراضى المتأثرة بالأملاح حيث يحدث تراكم للأملاح بسبب أو أكثر من الأسباب التى ذكرت سابقا (سواء أكان الغمر بماء البحر أو البحيرات أو ارتفاع مستوى الماء الأرضى المالح عن الحد الحرج أو استعمال المياه الملحية فى الرى) كل ذلك يؤدى الى زيادة تركيز الأملاح فى التربة (الطبقة السطحية أو التحت سطحية) مع عدم حدوث تغيير كبير فى نسبة الصوديوم المتبادل الى باقى الكاتيونات المتبادلة وحركة الماء لأسفل فى هذه الأراضى جيدة حيث يؤدى زيادة

تركيز الأملاح لضغط الطبقة الكهربائية المزدوجة وبالتالى حدوث تجمع لحبيبات التربة الغروية .

٢ - غسيل أو فقد الأملاح وتكوين القلوية :

اذا تعرضت الأرض لعمليات الغسيل عن طريق الأمطار أو إضافة المياه الغير ملحية يؤدى ذلك الى فقد الأملاح لأسفل أو الى المصارف وفى حالة عدم وجود مصادر للكالسيوم الذائب سينتج عن ذلك دخول الصوديوم الى معقد الإدمصاص وزيادة نسبة الصوديوم المتبادل ESP % .

$$\text{حبيبة طين}\left)\begin{matrix} Ca \\ Ca \\ Ca \end{matrix}\right. + 4\,Na^{+} \rightleftharpoons \text{حبيبة طين}\left)\begin{matrix} Na \\ Na \\ Na \\ Na \\ Na \end{matrix}\right. + 2\,Ca^{++}$$

ويؤدى ذلك الى حدوث القلوية **Alkalinization** للتربة ونظرا لانخفاض تركيز الأملاح نتيجة للغسيل وزيادة نسبة الصوديوم المتبادل على سطح الغروى وهو الكاتيون الأحادى ذو غشاء تأدرت كبير **Hydration shell** يؤدى ذلك الى تفرق الحبيبات الغروية وتصبح فردية ومع زيادة ماء الغسيل تتحرك هذه الحبيبات الغروية الفردية الى أسفل وتتراكم فيه ويؤدى الى تكوين بناء خاص فى أفق **B**. ونتيجة لانخفاض تركيز الأملاح فى الطبقة السطحية وحدوث عملية القلونة **Alkalinization** يؤدى ذلك الى تدهور الصفات الطبيعية للتربة وصعوبة حركة الماء لأسفل مما يكون له أثر سيىء كبير على نمو النباتات

٣ - الإنحلال **Degradation**

باستمرار عمليات الغسيل للأراضى التى تكونت من الخطوة السابقة وهى الأرض القلوية ذات النسبة العالية من الصوديوم المتبادل **ESP** وفى حالة عدم وجود مصادر

للكالسيوم (كربونات الكالسيوم) يحدث تحلل مائى للصوديــوم المتبــادل ويحــل الأيدروجين محل الصوديوم المتبادل وبالتالى يزداد حموضة الطين الذى يؤدى الى تحللــه وانفراد السليكا SiO_2 وانتقاله الى أفق B وهذه الأراضى أكثر تدهورا من المراحــل السابقة وأصعب فى عملية الإستصلاح أو التحسين .

ويلاحظ أن الأراضى المتاخمة للبحار والبحيرات والتى تكون كاتيونات المغنســيوم سائدة يؤدى ذلك الى زيادة نسبة المغنسيوم المتبادل على معقد الإدمصاص وبــالرغم من أن المغنسيوم ثنائى التكافؤ ولكنه يعطى أثر مشابه للصوديوم وتتكــون أراضــى قلوية مغنيسية ذو صفات قريبة ومتشابهة للأراضى القلوية الصودية .

تكوين كربونات الصوديوم فى الأراضى المتأثرة بالأملاح

Formation of sodium carbonate in salt affected soils

قد تتواجد كربونات وبيكربونات الصوديوم الزائبة فى بعض الأراضــى القلويــة ويؤدى تواجدها الى ارتفاع رقم الـ pH لعجينة التربة المشبعة عن ٨,٥ وهى دلالــة على تحول الأرض الى القلوية حيث يزيد نسبة الصوديوم المتبادل ESP عـن ١٥% ووجود كربونات وبيكربونات الصوديوم فى الأراضى دلالة على تحول كل الكالسيوم الموجود الى كربونات كالسيوم غير ذائبة حيث لا يتكون كربونات الصوديوم الا بعد تحول كل الكالسيوم الى كربونات . وقد وضعت نظريات وآراء لتفســير تكــون كربونات الصوديوم فى الأراضى نذكر منها :

١ – تجوية الصخور النارية السليسية :

حيث ينتج عن تحلل الغلسبارات والتى تكون الجزء الأعظم من الصخور الناريــة تكون بيكربونات للقواعد والقواعد الأرضيــة فيتكــون بيكربونــات الصوديــوم والبوتاسيوم وكربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم الشحيحة الذوبان فمثلا :

$$Ca(HC03)_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$$

راسب

$$2\,NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ذائبة

أو انه ينتج عن تحلل الفلسبارات تكوين سليكات الصوديوم التى تتفاعل مع حمض الكربونيك الناتج عن ذوبان ثانى أكسيد الكربون فى الماء مكونة كربونات الصوديوم كما فى المعادلة :

$$Na_2SiO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2SiO_3$$

كذلك فإن الإنحلال المائى لالومينات الصوديوم الناتجة عن تحلل الفلسبارات قد تكون سببا فى تكون كربونات الصوديوم فى الأراضى كما فى المعادلة :

$$NaAlO_3 + H_2O + H_2CO_3 \rightarrow NaHCO_3 + Al(OH)_3$$

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

٢ - رأى هيلجارد HILGARD :

فسر هيلجارد تكوين كربونات الصوديوم فى الأراضى نتيجة لتفاعل كربونات الكالسيوم مع كلوريد أوكبريتات الصوديوم والذى يعرف بتفاعل بيرثوليت Bertholet

$$CaCO_3 + 2NaCl \rightleftharpoons Na_2CO_3 + CaCl_2$$

وقد وجد أن درجة ذوبان كربونات الكالسيوم تزيد فى محاليل أملاح كلوريد الصوديوم ولقد أيد كوفدا KOVDA هذا الرأى واعتبر أن هذا التفاعل دور مهم فى عمليات تكوين الأراضى .

٣ - تحلل بقايا النباتات : حيث تحتوى النباتات (وخاصة التى تنمو فى أرض قلوية تحتوى على تركيزات عالية من الصوديوم) على نسب مرتفعة من الصوديوم وعند

موت هذه النباتات وتراكمها وتحللها فى الأرض ينتج عن ذلك تكـــون كربونـــات الصوديوم .

٤ – رأى مونـــدزير MONDESIR وكيلى KELLEY :

ويقضى هذا الإقتراح بأن الأراضى القلوية والتى تشبعت مواقـــع التبـــادل فيـــها بالصوديوم نتيجة لغسيل الأملاح منها واختفاء الكالسيوم الذائب من المحلول الأرضى يتفاعل الصوديوم المتبادل مع حمض الكربونيك فى المحلول الأرضـــى مكونـــا الطـــين الأيدروجينى وكربونات الصوديوم الذائبة :

$$2\ Clay\text{-}Na + H_2CO_3 \rightarrow 2Clay\text{-}H + Na\ CO_3$$

٥ – الظروف اللاهوائية وعمليات الإختزال :

تؤدى الظروف اللاهوائية الى نقص فى الأكسجين وفى وجود مصدر للطاقة مثـــل المواد العضوية تقوم بعض البكتيريا الإختزالية للحصول على الأكسجين من أمـــلاح كبريتات الصوديوم ومن ثم اختزالها مثلما يحدث فى عمليات عكس التأزت ويكـــون من نتيجة ذلك تكون كبريتيد الصوديوم الذى يتفاعل مع حامض الكربونيك مكونـــا كربونات الصوديوم وكبريتيد الهيدروجين :

$$Na_2SO_4 + C \rightarrow Na_2S + {}_2CO_2$$

$$Na_2S + H_2CO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2S \uparrow$$

ولقد أعزى تكون كربونات الصوديوم فى منطقة وادى النطرون الى اختزال كبريتـــات الصوديوم تحت الظروف اللاهوائية نتيجة للغمر بالماء وقد ينتج من وجود كربونـــات الصوديوم ذائبة الى ترسيب كل من الكالسيوم والمغنسيوم على صـــورة كربونـــات شحيحة الذوبان ومن ثم ازدياد القلوية بالأرض ودخول الصوديـــوم علـــى معقـــد الإدمصاص وارتفاع رقم الـــ pH

تقسيم الأراضى المتأثرة بالأملاح

Classification of Salt Affected Soils

أولا : تقسيم هيلجارد HILGARD :

قسم هيلجارد الأراضى المتأثرة بالأملاح الى قسمين :

أ – الأراضى الملحية البيضاء **White alkali soil**

وهى الأراضى التى تحتوى على نسبة عالية من الأملاح الذائبة والمتعادلة مثـــل كلوريد وكبريتات الصوديوم والمغنسيوم وكلوريد الكالسيوم وهى تـــؤدى الى تكوين قشرة بيضاء من الأملاح على سطح التربة عند جفافها .

ب –الأراضى القلوية السوداء **Black alkali soils**

وهى أراضى سوداء وتحتوى على نسبة عالية من الأملاح الذائبـــة المتعادلـــة بالإضافة الىملح كربونات وبيكربونات الصوديوم والتى تـــؤدى الى ارتفـــاع رقم **pH** وبالتالى ذوبان المواد العضوية مسببة اللون الأسود .

ثانيا : التقسيم الروسى :

ويقسم الأراضى المتأثرة بالأملاح الى

أ – أراضى السولنشاك **Solonchack** :

وهى الأراضى التى تحتوى على نسبة عالية من الأملاح المتعادلـــة مثـــل كلوريدوكبريتات الصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم وقد تحتوى فى بعـض الأحيان على كربونات الصوديوم ويطلق على هذه الأرض أسماء مرتبطـه بنوع الكاتيون السائد مثل :

Mg-Solnchak, Na-Solonchake or Ca-Solonchake

أو قد يسمى على حسب نوع الأنيون السائد مثل :

CL-Solonchak or SO_4–Solonchak

ب - أراضى السولينتز Solonetz :

تحتوى مثل هذه الأراضى على نسبة قليلة من الأمـــلاح الذائبـــة ولكنها تحتوى على كربونات وبيكربونات الصوديوم ونتيجـــة لزيـــادة كاتيون الصوديوم على معقد الإدمصاص يحدث تفرق لحبيبات الطين وتنتقل الى أسفل وبذلك يكون أفق B مميز بالطين الصودى .

ثالثا : تقسيم سيجموند SIGMOND

ويعتمد هذا التقسيم على مراحل التطور أو التدهور الذى يحدث للأراضـــى المتأثرةبالأملاح كما سبق وذكرفىخطوات تكوين الأراضىالمتأثرةبالأملاح وهى:

١- تراكم الأملاح Salt accumulation

٢- غسيل الأملاح وتكوين القلوية Desalinization and Alkalinization

٣- الإنحلال وتكوين الطين الهيدروجينى

Degradation and formation of acid clay

رابعا : تقسيم معمل الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية :

حيث قسمت الأراضى المتأثرة بالأملاح الى ثلاثة أقسام على حسب درجـــة التوصيل الكهربائي EC لمستخلص العجينة المشبعة ورقم الـــ pH للعجينـــة المشبعة وكذلك نسبة الصوديوم المتبادل ESP الى :

١ - الأراضى الملحية Saline Soils

وهى الأراضى التى يكون EC أعلى من ٤ ملليمـــوز/ســـم عنـــد ٢٥° م فى مستخلص العجينة المشبعة ونسبة الصوديوم المتبادل ESP أقل مـــن ١٥% ورقم الـــ pH أقل من ٨,٥ وهى تشبة White alkali soil تبعالـــ هيلجارد HILGARD أو أراضى السولنشـــاك Solonchaks تبعـــا للتقسيم الروسى .

وتتميز هذه الأراضى بوجود قشرة أملاح بيضاء **white crusts of salts** على سطح التربة الجافة وتتكون هذه الأراضى الملحية فى الأراضى ذات القطاع المتطور أو الناضج وكذلك فى الأراضى الغير متطورة مثل الأراضى الرسوبية والخواص الكيماوية للأراضى الملحية تتحدد بأنواع وكميات الأملاح الموجودة وكمية الأملاح الذائبة الموجودة تتحكم فى الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى وكاتيون الصوديوم نادرا ما يزيد عن نصف الكاتيونات الذائبة وعليه فإنه لايدمص بدرجة معنوية على معقد الإدمصاص والكميات النسبية للكالسيوم والمغنسيوم الموجودين فى المحلول الأرضى وعلى معقد الإدمصاص ربما تختلف بوضوح ويكون البوتاسيوم الذائب والمتبادل كميات صغيرة والأنيونات الشائعة وهى الكلوريد والكبريتات وأحيانا النترات وقد توجد كميات قليلة من أنيون البيكربونات ولكن أنيون الكربونات لايوجد . وبالإضافة الى الأملاح الذائبة فإن الأراضى الملحية ربما تحتوى على أملاح شحيحة الذوبان مثل كبريتات الكالسيوم (الجبس) وكربونات الكالسيوم وكربونات المغنسيوم .

ونظرا لأن الأراضى الملحية تحتوى على تركيزات عالية من الأملاح ونسب منخفضة من الصوديوم المتبادل (**ESP**) فإن حبيبات التربة تكون متجمعة **flocculated** وبالتالى فإن النفاذية تكون مشابهة أو أعلى من الأرض الغير ملحية .

٢ – الأراضى الملحية القلوية : **Saline - Alkali soils**

وتتميز هذه الأراضى بأن درجة التوصيل الكهربائى **EC** لمستخلص العجينة المسبغة يكون أعلى من ٤ ملليموز/سم عند ٢٥ °م ونسبة الصوديوم المتبادل (**ESP**) أعلى من ١٥% وتكونت هذه الأراضى كنتيجة لعمليات التمليح والقلوية وكنتيجة لوجود تركيزات عالية من الأملاح فإن خواصها تشبه الأراضى الملحية ونادرا ما يزيد الـ **pH** عن ٨,٥ والحبيبات تظل متجمعة .

وإذا غسلت الأملاح فإن خواصها تصبح متشابها لخواص المجموعة التالية (الأراضى القلوية غير الملحية) ويحدث زيادة للصوديوم المتبادل وفى وجود الماء يحدث Hydrolysis للصوديوم المتبادل مكونا أيدروكسيد صوديوم والذى يتحد مع ثانى أكسيد الكربون الذائب من الجو مكونة كربونات صوديوم وتصبح الأرض قلوية ويرتفع رقم pH عن ٨,٥ وتصبح حبيبات التربة مفرقة والتى تعيق حركة الماء والهواء وقد تحتوى الأراضى الملحية القلوية على جبس والذى يساعد على تحسينها أثناء الغسيل لإمداده الكالسيوم اللازم للإحلال محل الصوديوم المتبادل .

٣ – الأراضى القلوية غير الملحية Nonsaline - Alkali soils

وفى هذه الأراضى فإن درجة التوصيل الكهربائى (EC) لمستخلص العجينة المشبعة أقل من ٤ ملليموز/سم عن٢٥°م أى أنها لا تحتوى على تركيزات عالية من الأملاح الذائبة وكذلك فإن نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) أعلى من ١٥% ورقم الـ pH للعجينة المشبعة يتراوح بين ٨,٥ إلى ١٠وتشابه هذه الأراضى أراضى Black alkali حسب تقسيم هيلجارد HILGARD وأراضى السولينتز Solonetz فى التقسيم الروسى وتوجد مثل هذه الأراضى فى المناطق الجافة وشبه الجافة فى مساحات صغيرة غير منتظمة ويشار اليها بأنها أماكن لزجة . ونتيجة لارتفاع رقم الـ pH والصوديوم المتبادل بأن المادة العضوية تذوب وتتفرق فى المحلول الأرضى ويترسب على سطح التربة نتيجة للتبخير معطيا اللون الأسود أى يتكون على سطح التربة مسحوق ناعم أسود أو بنى يشبه البن ويطلق عليه السبخ وكنتيجة لزيادة الصوديوم المتبادل على معادن الطين تصبح الحبيبات فردية متفرقة وتنتقل الى أسفل مع ماء الرى مكونة طبقة قليلة النفاذية فى حين تصبح الطبقة السطحية للأرض لعمق بوصات قليلة

خشنة نسبيا أو بالنسبة للطبقة التحتية .ويلاحظ تكون كميات صغيرةمن أنيون الكربونات . وكنتيجة لارتفاع رقم الـ pH مثل هذه الأراضى وتكون أنيون الكربونات فان الكالسيوم والمغنسيوم يرسبان فى صورة كربونات وبالتالى فإن المحلول الأرضى لمثل هذه الأرض يحتوى على كميات قليلة من كل من الكالسيوم والمغنسيوم فى حين يكون الكاتيون السائد هو الصوديوم .

بعض التقديرات الكيماوية التى تجرى على الأراضى المتأثرة بالأملاح

أولا : تفاعل التربة : Soil Reaction-pH

قيم الـ pH فى المحاليل المائية عبارة عن اللوغاريتم السالب لنشاط أيون الهيدروجين ويقدرالـpH إما باستخدام الأدلةIndicators أوباستخدام جهازالـpH-meter (أنظر التجارب العملية) .

ويتوقف قيم الـ pH المتحصل عليها على عدة عوامل منها خواص التربة ، تركيز ثانى أكسيد الكربون الذائب والمحتوى الرطوبى عند اجراء التقدير .وخواص التربة التى تؤثر عل قيم الـ pH تشمل :

١ - مكونات الكاتيونات المتبادلة .

٢ - طبيعة سواد أو معقد التبادل فى التربة .

٣ - مكونات وتركيز الأملاح الذائبة .

٤ - وجود أو عدم وجود الجبس وكربونات القلويات الأرضية Alkaline-earth carbonates

ويمكن من قيم الـ pH المقدرة فىعجينة التربة المشبعة الحصول على بعض التفسيرات:

أ- اذا كان رقم الـ pH ٨,٥ أو أعلى يدل ذلك على أن قيم نسبة الصوديوم المتبادل Exchangeable sodium percentage (ESP) أعلى من ١٥% ويدل كذلك على وجود كربونات القلويات الأرضية .

ب- قيم ESP لأرض رقم الـ pH لها أقل من ٨,٥ ربما تزيد أو لاتزيد عن ١٥% .

ج- الأراضى التى قيم الـpH لها أقل من ٧,٥ لا تحتوى على كربونات القلويات الأرضية .

د- والأراضى التى قيم الـ pH لها أقل من ٧ تحتوى على كميات معنوية من الأيدروجين المتبادل .

ثانيا : الكاتيونات والأنيونات الذائبة : Soluble cations and Anions

تحليل الأراضى القلوية والملحية لتقدير الكاتيونات والأنيونات الذائبة غالبا تجرى لمعرفةالأملاح السائدة والتحليل الكامل للأيونات الذائبة يعطى تقدير مضبوط لمحتوى الأملاح الكلية . تقديرات الكاتيونات الذائبة يستخدم لمعرفة العلاقات بين تركيز الكاتيونات والخواص الأخرى للمحلول الملحى مثل التوصيل الكهربائى (EC) والضغط الأسموزى (O.P.) كذلك فإن التركيزات النسبية للكاتيونات المختلفة للمستخلص المائى للتربةيعطى معلومات أودلالات على مكونات الكاتيونات المتبادلة.

والكاتيونات الذائبة التى تقدر غالبا فى الأراضى القلوية والملحية هى الكالسيوم ، المغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم .

والأنيونات الذائبة التى تقدر هى الكربونات والبيكربونات والكبريتات والكلوريد . وعادة يقدر النترات والسليكات وغالبا ما تقدر النترات إذا زاد مجموع الكاتيونات مقدرة بالمِلليمكافئات عن مجموع الأنيونات مقدرة بالمِلليمكافئات وغالبا ما تظهر كميات محسوسة أو معنوية من أنيون السليكات فى الأراضى القلوية والتى لها قيم pH عالية وتتوقف قيم الكاتيونات والأنيونات الذائبة على المحتوى الرطوبى عند الإستخلاص حيث تزيد الكميات الكلية الذائبة لبعض الأيونات بزيادة المحتوىالرطوبى بينما تنقص بعض الأيونات الأخرى وعموما فالقيم المتحصل عليها للمحتوى الكلى للأملاح تزيد مع زيادة المحتوى الرطوبى عند التقدير .

والعوامل المسئولة عن التغيرات فى الكميات الكلية والنسبية للأيونات الذائبة والتى تحدث مع زيادة المحتوى الرطوبى عند التقدير هى :

١ - تفاعلات التبادل الكاتيونى. Cation reactions-exchange

٢ - الإدمصاص السالب للأيونات. Negative adsorption of ions

٣ - التأدرت. Hydrolysis

٤ - زيادةذوبان معادن السليكات وكربونات القلويات الأرضيـــة والجبـــس ومـــن الطبيعى أن يتم تقدير الأيونات الذائبة فى مستخلصات يتحصل عليـــها عنـــد مستويات رطوبةقريبةمن رطوبة الحقل .وعلى كل فإن تحضير مستخلصات تربة عند مستويات رطوبة الحقل تتطلب وقت طويل وتحتاج الى أدوات خاصـــــة . ويعتبر مستخلص العجينة المشبعة أقرب المستخلصات للرطوبة الأرضية ولـــذا فإنه ينصح باستخدامه فى تقدير الأيونات الذائبة حيث أنه يلزم حوالى ١٠-٥٠ ملليلتر لتقدير التوصيل الكهربائى والأيونات الذائبة الشـــائعة . وكمـــا هـــو معروف فإن ١/٤ الرطوبة فى عجينة التربة المشـــبعة يمكـــن الحصـــول عليـــها بالضغوط العادية .

ثالثا : البورون الذائب : Soluble boron

أهمية معرفة البورون الذائب فى الأراضى الملحية ترجع الى تأثيره السام والواضـــح على النبات عندما يوجد بكميات صغيرة نسبيا . ولقد وجدت تركيزات تعتبر ســـامة من البورون فى مستخلصات العجينة المشبعة لعديد من الأراضى الملحية ولذا يجب أن يعتبر ذلك كعامل عند تشخيص واستصلاح الأراضى الملحية والقلوية .

ويمكن التخلص من تركيزات مرتفعة من البورون بواسطة غسيل التربة . وأثنـــاء عمليات الغسيل فإن التخلص من البورون ربما لا يكون بنفس نسب الأملاح الأخرى

واذا كان تركيز البورون عالى فى ماء الغسيل فإنه قد يتطلب عمق معين من ماء الغسيل حتى يمكن تخفيض محتوى اليورون الى درجة آمنة لنمو النبات . وفى أحد عمليات الغسيل لتربة ملحية كان التوصيل الكهربائى (EC) لمستخلص العجينة المشبعة فى ١٢ بوصة السطحية من التربة وعند البداية هو ٦٤ ملليموز / سم . وبعد الغسيل بماء رى بعمق ٤ قدم انخفض EC لـ ٤,٢ ملليموز /سم وبعد الغسيل بـ ٨ قدم إنخفض الـ EC إلى ٣,٤ ملليموز/سم. وبعد الغسيل بـ ١٢ قدم ماء رى انخفض الـ EC الى ٣,٣ ملليموز/سم . وكان تركيز اليورون فى مستخلص العجينة المشبعة عند البداية هو ٥٤ جزء فى المليون وبعد الغسيل بـ ٤ قدم ماء رى انخفض الى ٦,٩ جزء فى المليون فى حين انخفض الى ٢,٤ جزء فى المليون بعد الغسيل بـ ٨ قدم ماء رى وباستخدام ١٢ قدم ماء رى للغسيل انخفض تركيز اليورون الى ١,٨ جزء فى المليون . ويلاحظ مما سبق أن الغسيل بـ ٤ قدم ماء رى أنقص الملوحة الى مستوى آمن ولكن المحتوى من البورون مازال عاليا لاعطاء نمو جيد للنباتات الحساسة للبورون والتركيزات الآمنة من البورون فى مستخلصات العجينة المشبعة والمسموح بها تكون ٠,٧ جزء فى المليون للنباتات الحساسة للبورون .

ومن ٠,٧ - ١,٥ جزء فى المليون يعتبر تركيز حدى وأكثر من ١,٥ جزء فى المليون يعتبر غير آمن والنباتات المقاومة للبورون أو الغير حساسة يمكن أن تتحمل تركيزات أعلى من ذلك وغالبا أو يستحسن الحكم على تركيز البورون فى الأرض بواسطة تحليل النباتات النامية أحسن من تحليل التربة من البورون .

رابعا : الكاتيونات المتبادلة : Exchangeable Cations

عندما توضع عينة من تربة ما فى محلول ملحى مثل خلات الأمونيوم فإن أيونات الأمونيوم سوف تدمصى على التربة وفى نفس الوقت فإن كميات مكافئة من الكاتيونات سوف تنطلق من التربة الى المحلول وهذا التفاعل يطلق عليه "التبادل

الكاتيونى "والكاتيونات المنطلقة من التربة الى المحلول يطلق عليها الكاتيونات المتبادلة. ومحتوى التربة النشط والذى يمتلك خواص تبادل الكاتيونات يطلق عليه معقد التبادل (Exchange complex) والذى يشتمل على جزء معدنى وجزء عضوى فى جميع أنواع الأرض . والكاتيونات المتبادلة الكلية التى يمكن للتربة أن تحفظها يطلق عليها سعة تبادل الكاتيونات "Cation exchange capacity CEC" والتى يعبرعنها بالملليمكافىء/١٠٠ جم تربة (أو مكافىء/كيلوجرام تربة) . ويستحسن التعبير عن كل كاتيون الى السعة التبادلية الكاتيونية فمثلا :

النسبة المئوية للصوديوم المتبادل = الصوديوم المتبادل بالملليمكافىء × ١٠٠
السعة التبادلية الكاتيونية (CEC))

وتقدير الكمية المطلقة والنسبية للكاتيونات المتبادلة الموجودة على التربة تعتبر مهمة وذلك لأن الكاتيونات المتبادلة تؤثر بوضوح على الخواص الطبيعية والكيماوية للتربة. وتقدير الكاتيونات المتبادلة للأراضى الملحية والقلوية تقابلها صعوبات قد لا تكون موجودة فى حالة الأراضى العادية أو الموجودة فى المناطق الرطبة . فالأراضى الملحية والقلوية عادة ما تحتوى على كربونات القلويات الأراضية وتركيزات عالية نسبيا من الأملاح الذائبة فنفاذيتها للمحاليل المائية قد تكون منخفضة فالمحاليل التى لها القدرة على الإحلال محل الكاتيونات المتبادلة لها القدرة على اذابة معظم أو كل الأملاح الذائبة وكميات معنويه من كربونات الكالسيوم والمغنسيوم إذا كانت موجودة . فالأملاح الذائبة يجب أن لا تغسل قبل استخلاص الكاتيونات المتبادلة وذلك بسبب التغيرات المعنوية والتى ممكن أن تحدث نتيجة للتخفيف والـ Hydrolyeis ووجود كربونات الكالسيوم والمغنسيوم تمنع التقدير المضبوط للكالسيوم والمغنسيوم المتبادلين بالإضافة الى ذلك فإن النفاذية المنخفضة لعديد من الأراضى الملحية والقلوية تجعل عمليات الغسيل لإحلال الكاتيونات المتبادلة اهدار للوقت .

وبالرغم من أن محلول خلات الأمونيوم المتعادل يعتبر المحلول المستعمل غالبا لاستخلاص الكاتيونات المتبادلة ولتشبيع معقد الإدمصاص لتقدير السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) وبالرغم من أن هذا المحلول له الأفضلية فى تقدير الكاتيونات المتبادلة فإن بعض الأراضى الملحية والقلوية لها القدرة على تثبيت كميات محسوسة من الأمونيوم والبوتاسيوم وعملية تثبيت الأمونيوم لا تتداخل فى إستخلاص الكاتيونات المتبادلة ولكن قيم السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) تكون منخفضة بقدر الكمية المثبتة من الأمونيوم .

ومع الأخذ فى الإعتبار كل العوامل التى تداخلت فى عمليات تقدير الكاتيونات المتبادلة وسعة تبادل الكاتيونات للأراضى الملحية والقلوية أدت الى :

١-استخلاص عينة التربة بإستخدام زيادة من محلول خلات الأمونيوم المتعادل وتقدير الكاتيونات الذائبة فى صورة ملليمكافىء/١٠٠جم تربة .

٢-تحضير مستخلص للعجينة المشبعة للتربة وتقدير الكاتيونات الذائبة فى صورة ملليمكافىء / ١٠٠ جم تربة .

٣-تقدير الكاتيونات المتبادلة بواسطة طرح الكاتيونات الذائبة المقدرة من الخطوة (٢) من الكاتيونات المقدرة من الخطوة رقم (١) [ذائبة + متبادلة] .

٤-تقدير سعة الأرض لتبادل الكاتيونات (CEC) وذلك بتقدير عدد ملليمكافئات الصوديوم المدمصة على ١٠٠ جم من التربة وذلك بمعاملة التربة بواسطة محلول خلات الصوديوم عند pH ٨,٢ .

خامسا : الجبس : Gypsum

غالبا ما يوجد الجبس فى عديد من أراضى المناطق الجافة بكميات تتراوح بين الآثار الى العديد من النسب المئوية . وقد يوجد الجبس فى بعض الأراضى كرواسب من مادة الأصل بينما فى أراضى أخرى فإن الجبس يتكون من ترسيب الكالسيوم

والكبريتات أثناء عملية التمليح ونتيجة لعمليات الغسيل فإن الجبس قد يتكون على عمق بينما فى الأراضى الملحية فإنه يكون موجود فى الطبقات السطحية وعمليات تقدير الجبس فى الأراضى الملحية والقلوية يعتبر مهم لأنه سيتحدد منه هل الأرض تحتاج الى اضافة الجبس كمصلح أم لا كذلك فإن وجود الجبس فى الأرض بكميات محسوسة ربما يسمح باستخدام مياه رى تحتوى على كميات صوديوم عالية نسبيا .

وتقدير الجبس بدقة فى الأرض يعتبر صعب بسبب الأخطاء الموروثة نتيجة لاستخلاص هذا المعدن بالماء وتوجد ثلاث عوامل بخلاف ذوبان الجبس ربما تؤثر على كميات الكالسيوم والكبريتات من الأراضى الجبسية وهى :

١ - ذوبان الكالسيوم من مصادر أخرى غير الجبس .

٢ - عمليات التبادل والتى فيها يحل الكالسيوم الذائب محل كاتيونات أخرى مثل الصوديوم والمغنيسيوم .

٣ - ذوبان الكبريتات من مصادر أخرى غير الجبس .

سادسا: <u>كربونات القلويات الأرضية :</u> Alkline-Earth Carbonates (lime)

كربونات القلويات الأراضية التى غالبا ما توجد بكميات معنوية فى الأراضى تشمل الكالسيت والدولوميت ويحتمل المغنيسيت Calcite,Dolomit and possible Magnesite ونظرا لانخفاض كميات الأمطار والغسيل فى المناطق الجافة فان كربونات القلويات الأرضية غالبا ماتكون موجودة فى مثل هذه الأراضى وتختلف الكميات من آثار بسيطة الى حوالى ٥٠% من وزن الأرض وتؤثر كربونات القلويات الأرضية على قوام الأرض عند وجودها بكميات محسوسة نتيجة لوجود حبيباتها فى مجموعة السلت . ووجود هذه الكربونات فى صورة حبيبات ناعمة يعتقد أنها تصلح الخواص

الطبيعية للأراضى وبعكس ذلك إذا وجدت حبيبات الكربونات فى صورة مواد لاحمة فى الطبقات الصلبة فإنها تعيق حركة الماء وجذور النباتات .

ويعتبر وجود كربونات القلويات الأرضية مهمة جدا فى الأراضى القلوية لأنها تعتبر المصدر للكالسيوم والمغنسيوم الذائبين اللازمين للاحلال محل الصوديوم المتبادل وسوف يحدد وجودها من عدمه كيفية إصلاح مثل الأراضى ونوعية وكمية المحسنات الكيماوية Chemical amendments المطلوب إضافتها للتربة .

بعض تقديرات الخواص الطبيعية للأراضى المتأثرة بالأملاح

أولا : معدل الرشح : Infiltration Rate

معدلات حركة الماء فى الأرض تحت الظروف الحقلية ترتبط مباشرة بعمليات الرى والغسيل والصرف فى الأراضى الملحية والقلوية . والرشح يشير الى حركة الماء لأسفل فى الأرض . ويتأثر معدل الرشح فى الأرض بعدة عوامل مثل حالة سطح الأرض ، الحالة الطبيعية والكيماوية للأرض ، وطبيعة القطاع الأرضى ، وتوزيع الماء فى القطاع . وكل هذه العوامل تتغير بدرجة كبيرة أو قليلة أثناء عملية الرشح .

وتدل الخبرة على أن معدل الرشح لأرض ما ربما تكون عالية أو منخفضة تبعا لظروف الأرض الطبيعية وحالة أو نوع الإدارة . ومعدل الرشح غالبا ما يتأثر بحالة سطح الأرض ولكن الطبقات التحت سطحية ربما تؤثر أيضا . وتوزيع الماء فى القطاع وعمق الماء المضاف عوامل تؤثر أيضا على سرعة الرشح .

ثانيا : التوصيل الهيدروليكى Hydraulic conductivity

تحتوى الأرض القلوية والملحية القلوية نسب عالية من الصوديوم المتبادل ESP الذى يؤدى الى تفرقة حبيبات الطين وعند إضافة الماء الى التربة فإن الطين الصودى يتحرك الى أسفل ويؤدى الى سد أو غلق المسافات البينية الكبيرة وبالتالى انخفاض فى قيم التوصيل الهيدروليكى وقد وجد كثير من العلماء نقص واضح فى قيم التوصيل الهيدروليكى للأراضى القلوية .

ولقد قام (1972) Dixit and Lal بدراسة تأثير زيادة نسبة الصوديوم المتبـــادل لأرض طينـة على قيم التوصيل الهيدروليكى فكان التوصيل الهيدروليكى هو : ٢,٠٦ ، ١,٨٥، ١,٠٢، ٠,٢١، ٠,٠٧ سم/ساعةعندماكانت نسبة الصوديوم المتبادل ESP ١,٠٩ ، ٥,٠١ ، ١٤,٤٣، ٢٤,٥٠ ، ٢٩,٨٨ % على التوالى والنتائج توضـــح الإنخفاض الحاد للتوصيل الهيدروليكى للتربة بارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل حيـــث وصل الى ٠,٠٧ سم/ساعة عندما كانت نسبة الصوديوم المتبادل ٢٩,٨٨ % .

ثالثا : تجمع حبيبات التربة وثبات البناء

Aggregation and Stability of structure

ترتيب حبيبات التربة فى صورة تجمعات والتى تكون ثابتة بدرجة كبيرة أو قليلـــة فى الماء تعتبر دلالة هامة لبناء التربة والأراضى القلوية يكـــون بنـــــاؤها فـــردى Single-grain والذى من خصائصه أنه صعب الحرث عنـــد الجفـــاف وأن قيـــم التوصيل الهيدروليكى منخفضة وذلك كله راجع الى أن التجمعات والفراغات تكـون غير ثابتة . فالتجمعات تنزلق لأسفل فى وجود الماء والفراغات تملأ بالحبيبات الدقيقـة . وقد إقترحت طرق كثيرة لتقدير مدى ثبات تجمعات التربـــة فى المـــاء والطريقـــة الشائعة هى طريقة النخل الرطب Wet-sieving method وقد وجد أن الأراضى القلوية المتفرقة dispersed soils ربما تتحسن بسرعة وبكفاءة عاليـــة بواســـطة اضافة مواد التجميع Aggregating agent مثل البـــولى الكـــتروليت (عديـــد الإكتروليت) polyelectrolyte فبإضافة ٠,١ % على الأراضى الجافة فإنهـــا تحسن بدرجة كبيرة الخواص الطبيعية للأراضى القلوية . وكان لإضافتها فى صـــورة محلول رشا على الأرض الجافة ثم تخلط بالأرض نتائج أحسن من إضافتها فى صـــورة مادة جافة الى الأرض الرطبة ثم الخلط وقد تحسنت درجات التوصيل الهيدروليكـــى للأرض بغض النظر عن طريقة الإضافة .

تأثير الأراضى المتأثرة بالأملاح على النباتات النامية بها

يمكن إرجاع تأثير الأملاح على النباتات النامية الى : -

١ - الضغط الأسموزى وتأثيره على إمتصاص الماء بواسطة النباتات .

٢ - التأثير النوعى أو المتخصص للأيونات .

٣ - إختلال الإتزان الغذائى فى النبات .

أولا : التأثيرات الأسموزية : Osmotic Effects

وجد أن مختلف الأملاح عند الضغوط الأسموزية المتشابهة أو الواحدة تـؤدى الى خفض أوتثبيط النمو بدرجة واحدة وهذه تثبت أن التأثير يرجع الى الضغط الأسموزى وأى إختلاف فى إستجابة النمو عند مقارنة ملح بآخر عند نفس الضغط الأسموزى يثبت الى وجود تأثير نوعى للأيون بالإضافة الى تأثير الضغط الأسموزى وعليه فـإن Gauch and Wadleigh (1944) أوضحوا أن النقص المستمر فى نمو نبـات الفاصوليا مع زيادة الضغط الأسموزى فى المدى من ١ إلى ٤ ضغط أسموزى الى أنـه راجع مباشرة وأساسى الى الضغط الأسموزى عندما كان ملح كلوريـد الصوديـوم وكبريتات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم هم الأملاح المضافة الى المحلـول المغـذى وعندما أضيف ملح كلوريد المغنسيوم وملح كبريتات المغنسيوم كان هناك تأثير نوعى للمغنسيوم أدى الى خفض أكبر فى النمو بالمقارنة بالأملاح الثلاثة الأولى .

ويعزى النقص المستمر فى نمو النبات مع زيادة الضغـط الأسمـوزى للمحلـول الأرضى نتيجة زيادة الأملاح الى نقص تدرج ضغط الإنتشار

بين المحلول الأرضى وجذر النبات وبالتـالى لا Diffusion pressure gradient
يستطيع النبات أن يمتص إحتياجاته من الماء .وقد وجد أن البصل والخيار ينقص نموهما
٥٠% عندما يكون الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى ١,٢٥ ض ج والبسلة عند
٢ ض ج والفلفل عند ٣,٧٥ ض ج والفول والخس والكرنب عند ٤ ض ج .
وقد لاحظ Hayward and Wadleigh أنه بزيادة الضغط الأسموزى يحـدث
زيادة فى تقزم النبات مع نقص فى مساحة الورقة وتحولها الى اللون الأخضـر الغـامق
والتى تشبه أعراض الجفاف وأعزوا ذلك الى نقص فى صلاحية الماء للنبات مع زيـادة
الضغط الأسموزى .
وقد لاحظ Hayward and spurr تأثيرات متشابهة على النباتات لمحاليل ضغوط
أسموزية متشابهة من الأملاح والسكروز والمانيتول .

وقد وجد العجرودى (١٩٧٦) (El-Agrodi, 1976) أن تواجد الأملاح
الذائبة بالأراضى الملحية أدى الى زيادة فى تركيز العصير الخلـوى وزيـادة قـوى
الإمتصاص بأوراق نباتات القطن مع نقص قيم الإستهلاك المائى عن طريـق النتـح
وكلها مؤثرات أقلمة النباتات لظروف الملوحة غيرالملائمة . وقد وجد أيضا أن زيادة
مستوى الملوحة بالتربة أدى الى نقص النمو والإنتاج من المادة الجافة ومحصول القطـن
وقد وجد أيضا أن زيادة الملوحة الأرضية أدى الى نقص محتوى الماء الحر وزاد محتـوى
الماء المرتبط مع عدم حدوث تغيير معنوى فى محتوى الماء الكلى بأوراق القطـن وأدت
كذلك الى تأخير النمو ونقص الإنتاج .

وقد وجد موسى ١٩٧٦أن هناك إرتباط معنوى سالب بين تركيز الأملاح فى المحلـول
الأرضى جم/لتر وكل من نسبة الإنبات–طول موسم النمو–المحصول لنبات القطن .

وقد وجد العجرودى وآخرون (١٩٨٤) فى تجربة اصص أن محصول الجـــذور والأوراق لثلاثة أصناف من بنجر السكر قد نقصت مع زيادة الملوحة الأرضية مـــن ٠,٢ حتى ٠,٨ % بالوزن كذلك نقص كل من كلوروفيــل A & B فى أوراق نبات البنجرمع زيادة الملوحة الأرضية فى حين زاد محتوى الكاروتين مع زيادة الملوحة. أيضا فإن محتوى السكر فى جذور البنجر قد تناقص نتيجة زيادة الملوحة الأرضية عـن ٠,٤ % .

ثانيا : التأثيرات النوعية أو التخصصية للأيون **Specific Ion Effects**

شرحنا سابقا أن تأثير الملوحة الأرضية على نقص المحصول يرجع الى زيادة الضغـــط الأسموزى والذى يحد أو يقلل من صلاحية الماء للنبات وكذلك انخفاض تدرج جـــهد الإنتشار بين المحلول الأرضى والجذر وهناك تأثيرات أخرى للأملاح تحـد أو تنقــص النمو وهذه التأثيرات والتى لا تعزى الى الضغط الأسموزى سوف تعـزى الى التأثـير السام للملح وهذا التأثير قد لايرجع الى التأثير المباشر للملح أو الأيون على الغشـاء الخارجى لجذر النبات أو خلايا النبات ولكنها قد ترجع جزئيا الى تأثير الملـح علـى إمتصاص واستعمال المغزيات الأساسية للنبات .

والأيونات التى توجد غالبا بكميات كبيرة تحت الظروف الملحية تشمل الكلوريد - الكبريتات والبيكربونات والصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم ونادرا مــا يوجـد البوتاسيوم النترات بتركيزات عالية وتأثير هذه الأيونات على نمو النبات قد درسـت عن طريق مقارنة استجابة النبات لمحاليل متشابهة الأسموزية لأملاح مختلفة . ويبـدو أن الإختلافات فى مقاومة النبات للتركيزات المتزايدة للأيونات فى المحلول قـد تعـزى لدرجة ما للإختبار التخصصى فى إمتصاص الأيون والإحتياجات الغذائيـة للنباتـات

وبالإضافة الى ذلك هناك إختلافات واضحة بين أنواع النباتات فى كمية الأيون مثـــل الصوديوم والكلوريد والتى يمكن أن تتراكم بدون حدوث تأثيرات سامة .
وسنوجز فيما يلى التأثيرات السامة لبعض الأيونات الشائعة الإنتشار بتركيزات عاليـة فى الأراضى المتأثرة بالأملاح :

١ - الصوديـــــوم Sodium

تختلف أنواع النباتات كثيرا فى كميات الصوديوم التى تتراكم بها وعديـــد مـــن أنواع النباتات قد تستبعد الصوديوم من أوراقها بالرغم من تراكـــم الصوديـــوم فى الجذور والسيقان . وهناك حالات محددة وواضحة للتأثير السام للصوديوم فـإحتراق قمة الورقة لنبات اللوز قد أعزى الى الصوديوم كذلك فقد أعزى إحـــتراق الورقـــة لنبات الأفوكادو Avocado leaves الى الصوديوم كذلك فإن إحتراق الورقـــة فى أصناف القطن الحساسة للملوحة تعزى الى محتوى الأوراق من الصوديوم .
وقد يؤدى تواجد الصوديوم الى تأثيرات جانبية غير مباشرة على نمو النبات وذلـــك لأن زيادة الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص يؤدى الى تفرقة الحبيبات وبالتـالى الى عدم حركة الماء ونقص التهوية ونقص فى الماء الصـــالح للنبـــات وإذا زاد نســـبة الصوديوم المتبادل ESP عن ٤٠% الى ٥٠% فسوف يؤدى ذلك الى اختـــلال فى التغذية nutritional disturbances ونقص حاد فى الكالســـيوم والمغنســـيوم والبوتاسيوم فى النبات .

٢ - الكالســـيوم Calcium

يختلف تأثير التركيزات العالية من الكالسيوم فى محلـــول الأرض الملحيـــة تبعـــا لإختلاف أنواع النبات . ولقد وجد أن إضافة كلوريد الكالسيوم الى الأرض الـــتى ينمو بها نبات الكتان يكون أكثر ضررا وأشد سمية من إضافة كلوريـــد الصوديـــوم كذلك فقد وجد تأثير نوعى لأيون الكالسيوم على الحشائش عند إضافـــة كلوريـــد

الكالسيوم ولقد وجد زيادة تركيز كل من الكالسيوم والكلوريد فى الحشائش ولكن طالما أن إضافة نترات الكالسيوم أدت الى نفس تأثير كلوريد الكالسيوم فقد أعزى التأثير السام الى تراكم الكالسيوم أكثر من تراكم الكلوريد فى الحشائش . ووجد أيضا أن التركيزات المتوسطة لكلوريد الكالسيوم تكون شديدة السمية للفاكهة ذات النواة الحجرية stone fruits النامية فى بيئة رملية ولقد وجد أن هذه السمية ترجع الى تراكم الكلوريد فى الأوراق وأن هذا التراكم يكون أكثر وضوحا فى مصاحبة كاتيون الكالسيوم عن كاتيون الصوديوم .

٣ – المغنسيوم Magnesium

يؤدى التركيزات العالية من المغنسيوم فى بيئة النمو الى تأثيرات سامة على النبات وذلك بالمقارنة الى أملاح لكاتيونات أخرى لها نفس الضغط الأسموزى ويمكن علاج هذا الأثر السام للمغنسيوم بإضافة الكالسيوم الى البيئة .

٤ – الكلوريد $Chloride^{-}$

لقد وجد Brown (1953) أن أملاح الكلوريد تكون سامة للخوخ وأشجار الفاكهة الحجرية وكذلك البكان . كذلك فقد أعزى احتراق الورقة نتيجة لتأثير الكلوريد على الموالح وكذلك على أشجار الأفوكادو والعنب .

٥ – الكبريتات Sulphate

كثير من النباتات وجد أن لها حساسية خاصة للتركيزات العالية من الكبريتات وقد وضح أن هذه الحساسية ترجع الى أن التركيزات العالية من الكبريتات فى بيئة النمو تحد من إمتصاص النبات للكالسيوم نتيجة لترسيب الكالسيوم على صورة كبريتات كالسيوم شحيحة الذوبان فى الماء ويصاحب النقص فى الكالسيوم الممتص بواسطة النبات زيادة فى إمتصاص الصوديوم وبالتالى فإن التأثيرات الضارة للتركيزات

العالية من أيون الكبريتات فى بيئة النمو يرجع الى الإختلال فى الإتزان الكاتيونى داخل النبات .

٦ - البيكربونـــــات Bicarbonate

تختلف أنواع النباتات بوضوح فى مقاومتها أو حساسيتها لأيـــون البيكربونـــات والذى قد يسبب أحيانا تأثيرات سامة مؤديا الى أضرار خطيرة حتى تحت التركـــيزات الأسموزية المنخفضة ويعتبر الفول حساس جدا بالنسبة للبيكربونات فى حــــين يعتـــبر البنجر مقاوم نسبيا والدراسات التى أجريت فى بيئات رملية تـــدل علـــى أن أيـــون البيكربونات يؤثر على إمتصاص وإستخدام المغذيات بواسطة النبات وأن طبيعة هـــذا التأثير يختلف بإختلاف أنواع النباتات وكمثال لذلك فإن نبات الفول فى وجود أيـــون البيكربونات فى البيئة النامى بها ، يحتوى على تركيزات منخفضة مـــــن الكالســـيوم وتركيزات عالية من البوتاسيوم عند المقارنة بالكنترول بينما يؤدى أيون البيكربونـات فى بيئة النمو على نقص تركيز المغنسيوم وزيادة فى تركيز الصوديوم لنبات البنجـــــر ولذا فإنه من الواضح أن التأثير الضار لأيون البيكربونات يرجـــع الى التأثـــير علـــى إمتصاص المغذيات النباتية بواسطة النبات .

٧ - البـــــــــــورون Boron

قد يؤدى وجود البورون حتى بتركيزات منخفضة فى الأرض المتأثرة بالأملاح الى حدوث أضرار بالغة للنبات . وبالرغم من أن البورون يعتبر أحد العنـــاصر الهامـــة للنبات ولكن التركيزات المطلوبة صغيرة جدا وإذا مـــا زادت هـــذه Essential التركيزات فإنها تعتبر سامة جدا وتختلف أنواع النباتات فى إحتياجاتها مـــن البـــورون وبالتالى فى حساسيتها للتركيزات العالية منه وبالتالى فإن تركيزات البورون الملائمـــة لنبات احتياجاته عالية نسبيا من البورون قد تكون سامة لنباتات حساسة للبـــورون وقد يظهر التأثير الضار للبورون على أشجار الموالح والأوفوكادو كاحتراق فى قمـــة

الورقة أو حوافها بالإضافة الى الإصفرار بين عروق الورقة وأشجار الفواكه الحجرية والتفاح والكمثرى تعتبر حساسة للبورون ولكنها لاتجمع البورون فى أوراقها بتركيزات عالية وبالتالى لا تظهر عليها أعراض النقص ونبات القطن والعنب والبطاطس والفول والبسلة تظهر عليها السمية من البورون فى صورة إحتراق لحواف الأوراق وتقعر حواف الورقة لأعلى وتصبح مثل الكوب وذلك نتيجة لعدم نمو حواف الأوراق .

وسمية البورون توجد فى مساحات محددة وغير متصلة فى المناطق الجافة وشبه الجافة وبالرغم من وجوده ليس مرتبط بالأراضى الملحية أو القلوية فإن زيادة البورون توجد غالبا فى الأرض الملحية .

ثالثا : الإختلال الغذائى فى النبات Nutritional Unbalance

وقدتؤدى التركيزات العالية من الأملاح الى حدوث إختلال Unbalance فى نسب المغذيات النباتية داخل النبات .

فقد وجد حسان وآخرون (HASSAN et al, 1970) أن زيادة الملوحة الأرضية لـ ($Na_2SO_4 : MgSO_4 = 1 : 1$)أدى الىنقص إمتصاص نبات الشعير لكل من الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والنحاس فى حين زاد إمتصاص المنجنيز والصوديوم .

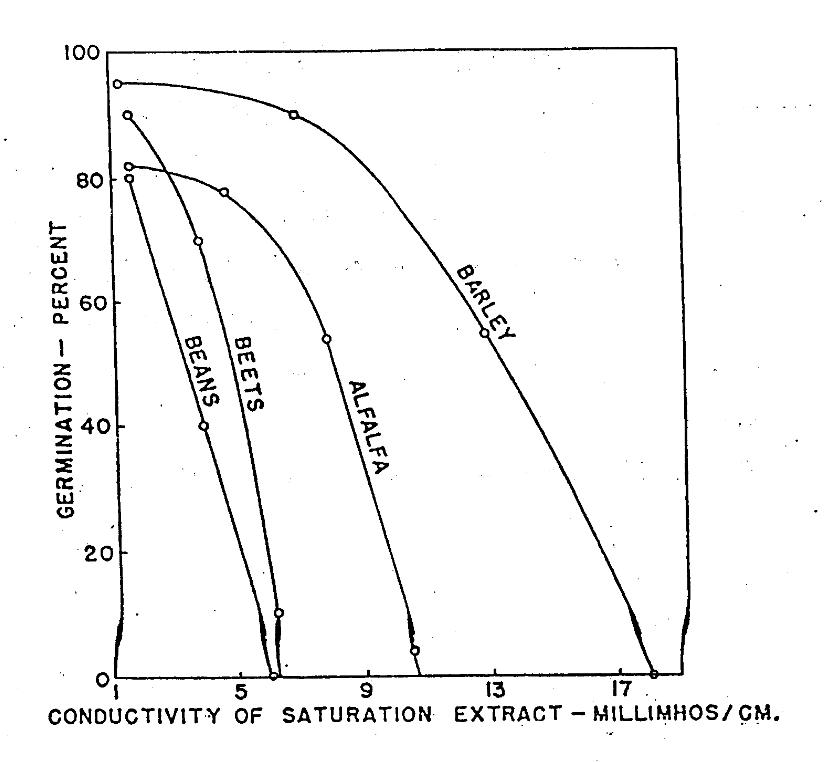
وقد درس (Maas et al , 1972) تأثير الملوحة على إمتصاص الحديد والمنجنيز والزنك بواسطة النباتات (الطماطم-فول الصويا-القرع) وقد وجدوا أن تركيز الحديد والزنك قد زاد فى الجذور والمجموع الخضرى لجميع النباتات . ولقد زاد تركيز المنجنيز فى المجموع الخضرى للطماطم وفول الصويا ولكنه نقص فى المجموع

الحضرى للقرع ولقد نقص تركيز المنجنيز فى جذور الطماطم والقرع بينمـــا زاد فى فول الصويا .

تحمـل النباتـــات للملوحـــــة

معرفة مدى مقاومة أو تحمل الأنواع المختلفة من النباتات للملوحـــة أمـــر مـــهم وحيوى وخاصة فى حالة عدم القدرة على تخفيض الملوحة بالتربة أو بسبب إســتخدام مياه ملحية فى منطقة ما أو بسبب إرتفاع مستوى الماء الأرضى كل ذلك يـــؤدى الى زراعة الأرض تحت الظروف الملحية بمحاصيل أو بنباتات لها القدرة علـــى أن تنمـــو وتعطى محصولا تحت هذه الظروف

وفى إختيار محاصيل معينة لزراعتها فى أراضى ملحية يجب أن ينظر بعناية خاصية مـدى قدرة هذه المحاصيل على تحمل الملوحة أثناء فترة الإنبات حيث أن بعض المحاصيل لهـــا القدرة على مقاومة الملوحة فى مراحل متقدمة من النمو فى حين تنخفض قدرتها علـــى تحمل الملوحة فى المراحل الأولى من النمو وخاصة مرحلة الإنبات . والشكل التـــالى يوضح النسبة المئوية للإنبات للفول والبنجر والبرسيم الحجـــازى والشـــعير عندمـــا زرعت تحت قيم مختلفة من درجـــات التوصيـــل الكـــهربائى (EC) مقـــدرة بالمليموز/سم عند ٢٥° م لمستخلص العجينة المشبعة وكمثال فإن بنجـــر الســـكر والذى يعتبر مقاوم جدا للملوحة فى المراحل المتأخرة من النمو فإنه كما يتضح مـــن الشكل المرفق حساس للملوحة فى مرحلة الإنبات ومن ناحية أخرى فإن الشعير يعتـبر مقاوم جدا للملوحة خلال جميع مراحل نموه ولكنه حساس للملوحة عنـــد مرحلـــة الإنبات بالمقارنة بمرحلة النمو المتأخرة وتحت الظروف الحقلية فإنه يمكن بإتباع طـــرق زراعة مناسبة من تخفيض تجمع الأملاح حول البذرة لتهيئة البيئة للحصول على نســبة إنبات جيدة وخاصة للمحاصيل التى تعتبر حساسة للملوحة خلال فترة الإنبات .



شكل يوضح تـأثير التوصيل الكـهربائى (EC) لعجينـة التربـة المشـبعة علـى النسبة المئوية للإنبات لكل مـن الفـول والبنجـر والبرسـيم الحجـازى والشـعير تحت الظروف المعملية

وتحمل محصول ما للملوحة من عدمه يتوقف على ثلاثة معايير وهى :

١ – قدرة المحصول على أن يبقى حيا فى الأراضى الملحية .

The ability of a crop to survive on saline soils .

٢ - إنتاجية هذا المحصول فى الأراضى الملحية .

The yield of the crop on saline soils .

٣ - الإنتاجية النسبية للمحصول فى الأراضى الملحية بالمقارنة بإنتاجيته فى أرض غير ملحية تحت ظروف نمو متشابهة .

The relative yield of the crop on a saline soil as compared with its yield on a nonsaline soil under similar growing conditions .

والمعيار الثالث هو المستخدم فى تقييم مقاومة المحاصيل المختلفة للملوحة والموضح بالجدول التالى لأنه يعطى أسس جيدة للمقارنة بين المحاصيل المختلفة ,

جدول يوضح التحمل النسبى لنباتات المحاصيل للملوحة

أولا : محاصيل الفاكهة

تتحمل ملوحة	تتحمل ملوحة	تتحمل ملوحة
الكمثرى	الرمان	نخيل بلح
التفاح	التين	
البرتقال	الزيتون	
جريب فروت	العنب	
البرقوق	الكنتالوب	
اللوز		
المشمش		
الخوخ		
الفراولة		
الليمون		
الأفوكادو		

ثانيا : محاصيل الخضر

Ec=12 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 10 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 4 mmhos/cm at 25^0c
بنجر المائدة	طماطم	فجل
الأسبرجس	بروكلي	كرفس
السبانخ	الكرنب	الفاصوليا الخضراء
	الفلفل	
	القنبيط	
	الخس	
	البطاطس	
	الجزر	
	البصل	
	البسلة	
	القرع	
	الخيار	
Ec=10 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 4 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 3 mmhos/cm at 25^0c

ثالثا : المحاصيل الحقلية

Ec=16 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 10 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 4 mmhos/cm at 25^0c
الشعير	الراي	الفول
بنجر السكر	القمح	
الشلجم	الشوفان	
	الأرز	
	السورجم	
	الأذرة	
	الكتان	
	عباد الشمس	
Ec=10 mmhos/cm at 25^0c	Ec= 6 mmhos/cm at 25^0c	

ملاحظة:قيم EC مقدره فى مستخلص العجينة المشبعة للتربةعنددرجة ٢٥ ْم بالميلليموز /سم

ويلاحظ أن كل جدول مقسم الى ثلاثة أعمدة وفى كل عمود تترتب المحاصيل تنازليا على مدى تحملها للملوحة فالمحصول المكتوب أولا أكثر تحملا من الذى يليه وهكذا

وقيمة الـ EC المكتوبة أعلى كل عمود يوضح مستوى الملوحة والـــذى يســـبب ٥٠% نقص فى انتاج المحصول مقارنة بإنتاج المحصول تحت الظروف غـــير الملحيـــة وكمثال ففى جدول المحاصيل الحقلية وفى عمود النباتات العالية التحمل للملوحة فإنـه يوجد أعلى العمود قيمة الـــ EC = ١٦ ملليموز/سم وفى نهاية العمود فـــإن قيمة EC = ١٠ ملليموز/سم وهذا يوضح أن المحاصيل المذكورة فى أعلى العمـود سوف تنتج ٥٠% عندما تنمو فى أراضى قيم الـ EC لمستخلص العجينة المشـبعة لها ١٦ ملليموز/سم بمقارنتها بما تنتجه فى أرض غير ملحية تحت نفس الظـــروف وأن المحاصيل المكتوبة فى نهاية العمود سوف تنتج ٥٠% عندما تزرع فى أرض التوصيـــل الكهربائى (EC) لمستخلص العجينة المشبعة لها ١٠ ملليمـــوز/ســـم عنـــد ٢٥ ^{0}م بالمقارنة بما تنتجه عندما تزرع فى أرض غير ملحية تحت نفس الظروف .

ويلاحظ أن أصناف كل محصول سوف تختلف فى مدى تحملها النسبى للملوحـــة مثل أصناف القطن والشعير والقمح .

ويجب ملاحظة أن العوامل الجوية climatic factors سوف تتحكم فى مدى تحمل محصول ما أو أصناف محصول معين للملوحة تحت نظام الزراعة المروية .

الباب الرابع
استصلاح الأراضى المتأثرة بالأملاح

استصلاح أو تحسين الأراضى المتأثرة بالأملاح تعنى فى أبسط معانيها العمل على التخلص من المشاكل التى تعيق أو تخفض إنتاجية مثل هذه الأراضى من المحاصيل المختلفة وكما ذكر سابقا فإن مثل هذه الأراضى تقسم تبعا لمعمل الملوحة الأمريكى الى:

١ - أرض ملحية والمشكلة الرئيسية فى مثل هذه النوعية هو ارتفاع نسبة الأملاح الذائبة فى الأرض والتى تؤثر على نمو المحاصيل بسبب ارتفاع الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى والذى ينتج عنه إنخفاض صلاحية الماء للنبات وعدم قدرة النبات على إمتصاص الماء نتيجة لإنخفاض تدرج ضغط الإنتشار Diffusion pressure gradient بين الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى والضغط الأسموزى فى الجذر وكذلك إلى التأثير السام والتخصصى للأيونات وتأثيرها على إمتصاص النبات للمغذيات النباتية المختلفة . ويمكن إصلاح هذه الأراضى بالتخلص من الأملاح الزائدة عن طريق الغسيل .

٢ - أرض ملحية قلوية وهذه الأراضى تتلخص مشاكلها فى ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة بالإضافة الى ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) عن ١٥% وتأثير ذلك على خواص الأرض الطبيعية . ويكون علاج هذه الأرض بالتخلص من الأملاح الذائبة والعمل على خفض نسبة الصوديوم المتبادل عن طريق احلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل .

٣ - أرض قلوية والمشكلة الرئيسية هى ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) عن ١٥% وارتفاع رقم الـ pH للتربة والذى ينتج عنهم انخفاض حركة الماء والتهوية ويمكن اصلاح هذه التربة بزيادة الكالسيوم المتبادل والذى يحل

محل الصوديوم على معقد الإدمصاص والذى ينتج عنه تجمع حبيبـــات التربـــة وزيادة رشح الماء والتهوية .

ويلزم لبداية عملية الإستصلاح أو التحسين جمع عينات التربة واجراء التحليل الكامل لها لمعرفة مشاكل التربة والى أى مجموعة تنتمى وكذلك معرفة مصـــدر ماءالرى واجراءالتحليل له لمعرفة مدى ملاءمته للرى ورفع مساحة الأرض على خرائط (إعداد الخرائط اللازمة) ثم يقسم المشاريع الكبيرة والمساحات الكبـــيرة على خرائط الى :

* القطاع ومساحته حوالى ٤٠ – ٦٠ ألف فدان ويقسم الى مناطق .
* المنطقة ومساحتها حوالى ٢٠ ألف فدان وتقسم الى مشروعـــات .
* المشروع ومساحته حوالى ١٠ آلاف فدان ويقسم الى زراعـــات .
* الزراعة ومساحتها حوالى ١٥٠٠ فدان وتقسم الى أقســـــام .
* القسم ومساحته حوالــى ٣٠٠ فدان ويقسم الى أحـــــواض .
* الحوض ومساحته حوالــى ٥٠ فدان ويقسم الى حـــــوش .
* الحوشة ومساحتها حوالــى ٢٠ فدان والتى تقسم الى قطـــــع .
* القطعة والتى يتراوح طول القطعة ١٠٠ م وعرضها بين ١٥ – ٢٥ م .

ويفصل القطع والحوشات والأحواض والأقسام عن بعضها شـــبكة مـــن المضـــارف والترع والطرق.

ويجب أن يكون اتجاه مصارف القطع عموديا على انحدار الأرض وتصب فى مصـــرف الحوشات التى تتجه مع ميل الأرض وتصب فى مصرف الحوض الذى يكون عموديـــا على ميل الأرض . كما يكون مسار قنوات الرى فى الحوشات متجها مع ميل الأرض أما قنوات رى الأحواض فتكون عمودية على الميل . أما ترع ومصـــارف الأقســـام وهى الوحدات الكبرى فى التقسيم فيكون اتجاه مسارها موازيا لاتجاه انحـــدار الأرض وكما هو واضح فإن ازالة الأملاح من الأراضى الملحية أو إضافة المصلحـــات مثـــل

الجبس للإمداد بكاتيون الكالسيوم اللازمة للإحلال محل الصوديوم المتبادل يلزم ذلك كله اضافة الماء الذى يقوم بإذابة الأملاح أو إذابة الجبس وكذلك فللتخلص من الأملاح الذائبة أو الصوديوم فيلزم وجود المصارف الكافية للتخلص منها ولذا فإن تقسيم الأرض السابق يوضح أهمية الترع والمصارف وعدم وجود مصارف يعنى تماما عدم إمكانية إستصلاح أو تحسين مثل هذه النوعية من الأراضى .

أولا : استصلاح أو تحسين الأراضى الملحية

Reclamation or Improvement of saline soils

والأراضى الملحية كما ذكر سابقا تحتوى على تركيزات عالية من الأملاح الذائبة ويلزم لإصلاحها التخلص من الأملاح عن طريق عملية الغسيل Leaching process وهى إمرار مقدار من الماء (حجم الماء اللازم للوصول الى السعة الحقلية لعمق التربة المراد إذالة الأملاح منه مضافا اليه الإحتياجات الغسيلية leaching requirement كما سيشرح فيما بعد) خلال القطاع الأرضى وذلك لإذابة الأملاح وغسيلها الى باطن الأرض أو الى المصرف بعيدا عن منطقة نمو الجذور ولذلك فإن عملية الغسيل تؤدى الى اذالة الأملاح القابلة للذوبان من القطاع الأرضى بعيدا عن منطقة انتشار الجذور وتخفيض نسبة الأملاح بالتربة حتى يمكن للنباتات أن تنمو جيدا وتتضمن عملية الغسيل عدم تراكم الأملاح مرة أخرى سواء من مياه الرى أو من الماء الجوفى وذلك بالتأكد من كفاية الصرف اللازم لخفض مستوى الماء الأرضى بعيدا عن منطقة الجذور وبعيدا عن العمق الحرج للتمليح .

ويلاحظ هنا أنه يمكن بدأ عملية الغسيل بإستخدام مياه ملحية ولكن درجة ملوحتها (EC) أقل من ملوحة التربة (EC لمستخلص العجينة المشبعة) وذلك لتوصيل الملوحة بالأرض الى حد معين ولتوفير المياه الجيدة ثم بعد ذلك يستخدم الماء الجيد فى التخلص من الأملاح .

كذلك يلاحظ أن عمليات الغسيل لأراضى ملحية ينتشر بها أملاح الصوديوم مثل كلوريد الصوديوم قد يؤدى الى حدوث زيادة فى الصوديوم المتبادل حيث يؤدى ذوبان مثل هذه الأملاح الى زيادة الصوديوم الذائب فى المحلول الأرضى وبالتالى الدخول على معقد الإدمصاص طاردا كاتيونات الكالسيوم والمغنسيوم وخاصة فى الأراضى التى لا يوجد أو لا تحتوى على مركبات الكالسيوم مثل كربونات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم (الجبس) ولذلك فإنه يتضح فى حالة الأراضى الملحية والتى لا تحتوى على مركبات الكالسيوم إضافة الجبس (طن أ، ٢طن فدان) وذلك تجنبا من أن يؤدى غسيل الأملاح الصودية الى زيادة نسبة الصوديوم المتبادل .

ويرى كوفدا KOVDA أن عمليات الغسيل يجب أن تخفض تركيز الأملاح فى القطاع الأرضى خلال عمق نمو الجذور الى ٠,٣-٠,٤ % أو أقل من ذلك كما يجب أن تخفض تركيز الأملاح فى الماء الجوفى الى أقل من ٢-٣ جم/لتر وهناك عديد من العوامل قد تؤثر فى عملية الغسيل وكفاءتها منها :

١ - نفاذية الماء فى الأرض .

٢ - عمق مستوى الماء الأرضى وتركيب الأملاح به .

٣ - تركيز الأملاح فى الماء الذى سيستخدم فى عملية الغسيل .

٤ - تركيز الأملاح فى التربة والنسبة المراد الوصول اليها .

٥ - مدى كفاءة نظام الصرف الموجود .

وعند إضافة الماء الى التربة الملحية تحدث عدة تحولات منها :

أ - تذوب كل الأملاح القابلة للذوبان فى الماء المضاف طالما كان كافيا لإذابتها كذلك تذوب أملاح الكالسيوم الشحيحة الذوبان الموجودة بالتربة مثل كربونات الكالسيوم أوكبريتات الكالسيوم أو الجبس .

ب - يتحرك الماء بما يحمله من أملاح عن طريق الجاذبية الأرضية الى بـــاطن الأرض ومنه الى المصارف .

ج - تتغير حالة الإتزان بين الكاتيونات المتبادلة والذائبة ولذا ينصح بإضافة الجبس فى حالة عدم وجود أملاح الكالسيوم أصلا فى الأرض وذلك لعدم زيادة نســـبة الصوديوم المتبادل (ESP) بالتربة بعد اجراء عملية الغسيل .

وعملية حلول الماء المضاف للغسيل محل المحلول الأرضى هو أساس إذالة الأملاح من الأراضى الملحية ولما كان الماء فى طريقه من السطح الى أسفل يحمل معه مقادير من الأملاح ، فالماء الذى يصل الى الطبقات السفلى ويحل محل المحلول الأرضى فى هـــذه الطبقات ذو تركيز من الأملاح أعلى من تركيز الماء الذى يحل محل المحلول الأرضـــى فى الطبقات السطحية ويقترب تركيز الماء الذى يغسل الطبقات السفلى من التركـــيز الأصلى للماء تدريجيا كلما زاد تخلص الطبقات العليا من أملاحها .

ويطلق على النسبة بين بين كمية الأملاح الذائبة التى تزال مـــن الأرض فى عمليـــة الغسيل وكمية الأملاح الأصلية الموجودة فى الأرض قبل الغســـيل تعبـــير " شـــدة الغسيل "Leaching Intensity" ويطلـــق تعبير: معـــدل الغســـيل " Leaching Rate" على الوقت اللازم لحجم الماء الكافىء لإذالة الأملاح مـــن طبقة معينة من الأرض لأن يمر خلال طبقة الأرض المراد إذالة الأملاح منـــها والـــتى تتوقف على نفاذية التربة وعلى قوامها وهذا الحجم يعادل حجم الماء اللازم لتوصيـــل طبقة التربة الى السعة الحقلية .

وينصح فى بعض الأحيان بالغسيل السطحى للأملاح أولا ثم غسيل طبقة التربـــة المراد إذالة الأملاح منها وذلك فى الأراضى التى يتكون على سطحها قشرة كبيرة من الأملاح والأراضى ذات النفاذية المنخفضة كما هو واضح فى أراضى ســـهل الطينـــة

بسيناء وفى هذه الحالة تغمر الأرض بالماء بإرتفاع ١٠ - ١٥سم ويترك فيها لمدة ٢٤ ساعة ثم تفتح فتحات على المصارف والتى ينبغى أن تعمل بكفاءة حيث يتخلص من الماء بالمصارف ولا تترك فيها . وقد ينصح أيضا بإزالة هذه الطبقة السطحية المتماسكة من الأملاح والتى يصل سمكها الى ٥سم أو أكثر ميكانيكيا بإستخدام الآلات وإزالتها بعيدا عن التربة أو التخلص منها فى البحر ويتم ذلك قبل إجراء عملية الغسيل . هذه العملية إن أمكن تنفيذها ستوفر الوقت اللازم للإستصلاح مع توفير كميات كبيرة من الماء اللازم للتخلص من هذه الأملاح .

الإحتياجات الغسيلية Leaching Requirement

تعرف الإحتياجات الغسيلية بأنها نسبة من ماء الرى والتى يجب أن تمر خلال منطقة انتشار الجذور للتحكم فى ملوحة التربة عند مستوى معين .
والإحتياجات الغسيلية تعتمد على تركيز الأملاح فى ماء الرى وعلى أعلى تركيز مسموح به للأملاح فى المحلول الأرضى وأعلى تركيز مسموح به فى المحلول الأرضى يكون عند قاع
منطقة انتشار الجذور وهو يشابه تركيز الأملاح فى ماء الصرف وأقصى تركيز للأملاح فى المحلول الأرضى يجب أن يكون أقل من ٤ ملليموز/سم للمحاصيل الحساسة للملوحة. والمحاصيل المقاومة للملوحة مثل البنجر والبرسيم الحجازى والقطن ربما تعطى محصول جيد عند تركيز للأملاح فى المحلول الأرضى عند ٨ملليموز/سم بينما فى حالة المحاصيل المقاومة جدا للملوحة مثل الشعير ربما تعطى محصول جيد عند قيم ١٢ملليموز /سم أو أعلى فى المحلول الأرضى .

والإحتياجات الغسيلية(Leaching Requirement (LR عبارة عن العلاقة بين العمق المكافىء لماء الصرف الى عمق ماء الرى

$$LR = \frac{Ddw}{Diw}$$

حيث Ddw عمق ماء الصرف & Diw عمق ماء الـــرى ويعبر عنها إما كجـــزء أو نسبة مئوية

وهذه النسبة تساوى العلاقة العكسية للتوصيل الكهربائى لماء الرى وماء الصــــرف .

حيث

$$LR = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}}$$

حيث EC_{Iw} التوصيل الكهربائى لماء الرى بالميللموز/سم عند ٢٥ ْم

EC_{dw} التوصيل الكهربائى لماء الصرف بالميللموز/سم عند ٢٥ ْم

مثـــال : اذا كان أقصى تركيز مسموح به للأمــــلاح لنمــو النبـــات هـــو ٨ ملليموز/سم عند ٢٥ ْم فى باطن منطقة انتشار الجذور والتى تساوى ماء الصــــرف إحسب الإحتياجات الغسيلية كنسبة مئوية إذا ما إستخدم ماء رى درجة التوصيــــل الكهربائى له ١ ، ٢ ، ٣ ملليموز/سم

الحـــــــل :

$$LR = \frac{ECiw}{Ec_{dw}}$$

فى حالة ماء الرى ١ ملليموز/سم يكون

$$LR = \frac{1}{8} = 12.5\ \%$$

فى حالة ماء الرى ٢ ملليموز/سم يكون

$$LR = \frac{2}{8} = 25\%$$

وفى حالة ماء الرى ٣ ملليموز/سم

$$L.R = \frac{3}{8} = 37.5\ \%$$

وهذا يوضح زيادة الإحتياجات الغسيلية بزيادة تركيز الأملاح فى ماء الرى للوصول الى نفس درجة توصيل ماء الصرف .

وفى حالة إستخدام ماء مخلوط من ترعة ومصرف ولتحديد الإحتياجات الغسيلية يلزم أولا معرفة درجة التوصيل الكهربائى للماء المخلوط وذلك بحساب المتوسط الموزون من طريق المعادلة التالية :

$$EC_M = \frac{D_C \times EC_C + D_d \times EC_d}{D_C + D_d}$$

حيث

EC_M	التوصيل الكهربى للماء المخلوط
DC	عمق الماء المأخوذ من الترعة
Dd	عمق الماء المأخوذ من المصرف
EC_c	التوصيل الكهربائى لماء الترعة
EC_d	التوصيل الكهربائى لماء المصرف

مثال : خلط ماء مصرف وماء ترعة بحيث كان عمق الماء المأخوذ من الترعة ٨سم وعمق الماء المأخوذ من المصرف ٤سم وكان التوصيل الكهربائى لماء المصرف هو ٤ملليموز/سم عند ٢٥ °م والتوصيل الكهربائى لماء الترعة هو ١ ملليموز/سم عند ٢٥ °م إحسب التوصيل الكهربائى للماء المخلوط .

$$EC_M = \frac{8 \times 1 + 4 \times 4}{8 + 4} = \frac{24}{12} = 2 \text{ mmhos/cm at } 25^0C$$

ثم إحسب الإحتياجات الغسيلية لو إستخدم الماء المخلوط فى رى أرض ملحية بحيث يكون درجة التوصيل الكهربائى لماء الصرف (منطقة إنتشار الجذور) هو ٨ ملليموز/سم .

$$L.R = \frac{2}{8} = 25\%$$

فإذا كانت الإحتياجات الغسيلية ١٠٪ فهذا يعنى أن الماء اللازم إضافته للتربة يجب أن يزيد لـ ١٠٪ من مقدار الماء اللازم لتوصيل عمق معين من التربة للسعة الحقلية

(الإستهلاك المائى) = النتح + البخر إذا كانت الأرض مزرعة .

فإذا كان مثلا حجم ماء الرى اللازم لفدان هو ١٠٠٠م^{٣} (وهو حجم الماء اللازم إضافته حتى تصبح الرطوبة الأرضية لعمق معين غالبا ما يكون عمق إنتشار الجذور الى السعة الحقلية أو هو الإستهلاك المائى للنبات المزروع فى الفترة بين الريات) والإحتياجات الغسيلية هى ١٠% فيكون الماء اللازم إضافته هو :

$$١٠٠٠ + \frac{١٠٠٠ \times ١٠}{١٠٠} = ١٠٠٠ + ١٠٠ = ١١٠٠ م^{٣}$$

ثانيا : إستصلاح أو تحسين الأراضى القلوية الغير ملحية

Reclamation or Improvement of Non Saline - Alkali Soils

يميز هذه الأراضى عن غيرها من الأراضى المتأثرة بالأملاح بأن نسبة الصوديوم المتبادل تزيد عن ١٥% وأن رقم الـ pH أعلى من ٨,٥ وأن نسبة الأملاح الذائبة صغيرة حيث درجة التوصيل الكهربائى EC فى مستخلص العجينة المشبعة أقل من ٤ ملليموز/سم وينعكس إرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل ورقم الـ pH وإنخفاض تركيز الأملاح على خواصها الطبيعية حيث الحبيبات تصبح فردية وبالتالى فإن حركة الماء فيها شبة منعدمة والتهوية سيئة ولذا فإن إصلاح مثل هذه الأراضى يتطلب خفض نسبة الصوديوم المتبادل وكذلك خفض رقم الـ pH ويتم خفض الصوديوم المتبادل عن طريق التبادل مع كاتيون الكالسيوم الذى يقوم بطرد الصوديوم على معقد الإدمصاص وبالتالى فإن الغسيل بالماء فقط لايعتبر علاجا لمثل هذا النوع من الأراضى حيث لا يستطيع أن يمد بالكالسيوم حتى ولو كانت الأراضى غنية بكربونات الكالسيوم وذلك يرجع الى صعوبة حركة الماء فى هذا النوع من الأراضى وكذلك للإنخفاض الشديد لذوبان كربونات الكالسيوم تحت ظروف الـ

المرتفع لمثل هذه الأراضى ولذلك يلزم إضافة المصلحات الكيماوية أو إستخدام pH العلاج الكيميائى والذى يشمل :

١ – إضافة الجبس الزراعى ($CaSO_4.2H_2O$) كمصدر للكالسيوم ويمكن إستخدامه سواء أكانت الأرض تحتوى أو لا تحتوى على مصدر للكالسيوم مثل كربونات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم .

٢ – إضافة الأحماض مثل حامض الكبريتيك أو حامض الأيدروكلوريك ولا يستخدم إلا إذا كانت الأرض تحتوى على كربونات الكالسيوم .

٣ – الكبريت : حيث يضاف زهر الكبريت المطحون ولا يستخدم ذلك إلا إذا كانت الأرض تحتوى على كربونات الكالسيوم .

٤ – إضافة المادة العضوية : ولا يكون لها دور فى إصلاح الأرض القلوية إلا إذا كانت تحتوى على كربونات الكالسيوم كمصدر لكاتيون الكالسيوم .

٥ – زراعة النباتات المحبة للقلوية وذلك أيضا فى حالة توفر كربونات الكالسيوم بالأرض وسنتناول الإضافات السابقة بشيء من التفصيل

١ - الجبس الزراعى $CaSO_4.2H_2O$

هو أحد أهم المصلحات أو المحسنات للأراضى القلوية فى جمهورية مصر العربية لتوفره بكثرة وإنخفاض ثمنه . ودرجة ذوبانه منخفضة إلى حد ما حيث يذوب ٢,٤ جم/لتر ولكن نظرا لكميات المياه التى تضاف عند غمر الأرض بالماء أثناء الإستصلاح فإن كميات كبيرة من الجبس تذوب وتمد الأرض بالكالسيوم اللازم لطرد الصوديوم المتبادل والإحلال محله ومن أهم مناطق تواجد خام الجبس فى جمهورية مصر العربية هى :

أ – الساحل الشمالى بمحافظة مطروح فى محاجر البرقان والعالمين حيث يوجد فى طبقات تحت سطح الأرض ويقدر الإحتياطى بأكبر من (٤٠) مليون طن .

ب - محاجر وادى النخيلة بجنوب سيناء ويقدر الإحتياطى من الخـــام بـــأكثر مـــن (١٠٠) مليون طن ويعتبر هذا المصدر هو المصدر الرئيسى لمنطقة الدقهلية حيث تستغل شركة السد العالى للأعمال المدنية تلك المنطقة وتمد هيئة تحسين الأراضـى بحوالى (١٢٥) ألف طن سنويا .

ويراعى خلو الجبس من الأملاح الضارة أو السامة للنبات ويجـــب أن لا تقـــل نقاوة الجبس عن ٨٠% .

وعند إضافة الجبس للأرض وإضافة الماء يذوب الجبس (كبريتات الكالسيوم) وينتـــج عن ذلك كاتيون الكالسيوم وأنيون الكبريتات وبزيادة تركيز كاتيون الكالسيوم يقوم بالإحلال محل كاتيون الصوديوم المدمص على معقد الإدمصاص فى التربـــة كمـــا فى التفاعل التالى :

$$EX\text{-}2Na + Ca^{2+} ====== EX\text{-}Ca + 2\,Na^{+}$$

حيث يعبر -EX على وجوده فى صورة متبادله على أسطح الغرويات الأرضيـــة ويتحد الصوديوم الناتج مع أنيون الكبريتات فى الوسط مكونا كبريتات الصوديـــوم الذائبة وكما هو واضح من المعادلة أنه لكى يستمر التفاعل الى جهة اليمـــين يلـــزم التخلص من الصوديوم الناتج بعيدا عن التربة (ذائبا فى الماء على صورة كبريتـــات صوديوم) الى المصارف ويوضح ذلك أهمية وجود صرف جيد فى المنطقة لأنـــه إذا لم يزال الصوديوم الناتج فإن التفاعل لايستمر الى جهة اليمين ويصل الى حالة الإتـــزان بدون تخفيض نسبة الصوديوم المتبادل أو قد يقوم الصوديوم مـــرة أخـــرى بطـــرد الكالسيوم المتبادل وخاصة إذا ترسب الكالسيوم الذائب فى صورة كربونات كالسيوم ومرة أخرى فإن غسيل مثل هذه الأراضى القلوية فى وجود الجبـــس يلـــزم توفـــر المصارف المناسبة للتخلص من نواتج التفاعل .

وكما ذكر سابقا فإن مثل هذه الأراضى قد تحتوى على كربونات الصوديوم التى ترفع رقم الـ pH من ٨,٥ وبإضافة الجبس يحدث تفاعل مزدوج ويتكون كربونات الكالسيوم التى تترسب وكبريتات الصوديوم التى يلزم التخلص منها بعيدا عن التربة الى المصارف

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

راسب

تقدير الإحتياجات الجبسية **Gypsum Requirements**

يمكن معرفة كمية الجبس الواجب إضافتها للفدان والتى تتوقف على نسبة الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص بطريقتين :

أ - الطريقة المباشرة أو طريقة سكنوفر **Schoonover method**

(أنظر المذكرة العملية–التمرين السابع عشر–تقدير الإحتياجات الجبسية للأراضى)

وهى طريقة بسيطة والنتائج المتحصل عليها تقريبية وتجرى هذه الطريقة فى حالة عدم معرفة السعة التبادلية للأرض (CEC) وكذلك النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP) وتتلخص الطريقة فى تحضير محلول مشبع من الجبس ومعرفة تركيز الكالسيوم فى هذا المحلول المشبع بالملليمكافىء / لتر –ثم تؤخذ وزنة معلومة من التربة (٥ جم) ويوضع عليها ١٠٠ مل من المحلول المشبع من الجبس وبعد الرج والترشيح يقدر الكالسيوم والمغنسيوم فى الراشح بالملليمكافىء / لتر والفرق بين تركيز الكالسيوم فى المحلول المشبع بالجبس (بالملليمكافىء/لتر) وتركيز الكالسيوم + المغنسيوم فى راشح التربة المعاملة بمحلول الجبس المشبع (بالملليمكافىء/لتر) مضروبا فى (٢) يعطى الإحتياجات الجبسية بالملليمكافىء/١٠٠جم تربة وبمعرفة وزن التربة للفدان للعمق المرغوب فيه يمكن معرفة الإحتياجات الجبسية للفدان .

ب - الطريقة المضبوطة أو طريقة ESP (أنظر المذكرة العملية)

وفى هذه الطريقة يلزم معرفة :-

١ – سعة الأرض لتبادل الكاتيونات بالمليمكافىء/١٠٠جم تربة (CEC)

٢ – معرفة الصوديوم المتبادل بالمليمكافىء/١٠٠جم تربـــــة (ES)

٣ – معرفة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (ESP)

٤ – معرفة قيمة ESP المراد إضافة الجبس للوصول إليه

مثـــــــــــال :

أرض ذات سعة تبادل كاتيونية (CEC) = ١٠ ملليمكافىء/١٠٠جم تربـــة

والصوديوم المتبادل = ٢ ملليمكافىء/١٠٠جم تربة .

والمطلوب : حساب كمية الجبس اللازمة بالطن/فدان لخفض نسبة الصوديوم المتبادل الى ١٠% وذلك فى طبقة بعمق ٣٠سم .

الحـــــــــــل :

أولا : يحسب النسبة المئوية للصوديوم المتبادل فى التربة وهو = $\frac{٢ \times ١٠٠}{١٠}$ = ٢٠%

∴ المطلوب خفض ESP من ٢٠% الى ١٠%

∴ نسبة الصوديوم المتبادل المراد خفضها = ٢٠ – ١٠ = ١٠%

عدد ملليمكافئات الصوديوم المراد التخلص منها

= $\frac{١٠ \times ١٠}{١٠٠}$ = ١ ملليمكافىء/١٠٠جم تربة

∴ يلزم إضافة ١ ملليمكافىء كا = ١ملليمكافىء جبس وذلك لكل ١٠٠جم تربـة ليقوم بالإحلال محل ١ ملليمكافىء صوديوم

الوزن المكافىء للجبس الزراعى = $\frac{١٧٢}{٢}$ = ٨٦جم

∴ ١ ملليمكافىء جبس = ٠,٠٨٦ جم

∴ يلزم إضافة ٠,٠٨٦ جم جبس لكل ١٠٠ جم تربة

وزن التربة فى الأيكر (٤٠٠٠ م^{2}) مع الفرض بأن الكثافة الظاهرية هى ١,٤جم/سم^{3} = ٤٠٠٠ ×٠,٣× ١,٤ = ١٦٨٠ طن .

وبالتالى فإن كمية الجبس اللازمة =١,٤٤٥طن .وإذا كانت نقاوة الجبس ٨٥%.

فإن كمية الجبس اللازمة = $\frac{١,٤٤٥ \times ١٠٠}{٨٥}$ = ١,٧ طن جبس / ابكر

ومنه يتضح أنه يلزم إضافة ١,٧ طن جبس /ابكر أو للفدان (٤٢٠٠ م^{2}) للتخلص من ١ ملليمكافىء صوديوم /١٠٠جم تربة لعمق ٣٠سم

وإذا كان العمق المطلوب هو ١٥سم فإن الكمية هى = ٠,٨٥ طن /فدان

والجدول التالى يوضح كمية الجبس طن /فدان المقابلة لعدد ملليمكافئات الصوديوم / ١٠٠جم تربة المراد إحلالها بالكالسيوم

الصوديوم المتبادل ملليمكافىء/١٠٠جم تربه المراد إستبداله بالكالسيوم	كمية الجبس طن/ فدان لعمق ٣٠ سم	كمية الجبس طن / فدان لعمق ١٥سم
١	١,٧	٠,٩
٢	٣,٤	١,٧
٣	٥,٢	٢,٦
٤	٦,٩	٣,٤
٥	٨,٦	٤,٣
٦	١٠,٣	٥,٢
٧	١٢,٠٠	٦,٠٠
٨	١٣,٧	٦,٩
٩	١٥,٥	٧,٧
١٠	١٧,٢	٨,٦

كمية الجبس مقربة لأقرب ٠,١ طن

وزن الفدان لعمق ٣٠ سم حوالى ٤ مليون رطل

وزن الفدان لعمق ١٥سم حوالى ٢ مليون رطل

كيف يضاف الجبس للأرض :

يضاف الجبس بواسطة النثارات ميكانيكيا حتى يتم توزيعه توزيعا منتظما على سطح التربة وكلما كان الجبس ناعما كلما كانت درجة توزيعه وخلطه بالتربة أكفأ وكذلك تزيد سرعة ذوبانه فى الماء عند غمر التربة بالماء . وإذا لم تتوفر النثارات فيمكن إضافته يدويا بطريقة مماثلة لتوزيع الأسمدة البلدية بالحقل وبعد نثر الجبس على سطح التربة نحرث الأرض جيدا للعمق المناسب لضمان خلط الجبس بالأرض .

وبعد إضافة الجبس تقوى جسور كل قطعة حتى يمكن تحمل ضغط الماء ثم تملأ القطع بالماء إلى عمق (١٠ - ٢٠ سم) وتترك ليذوب الجبس ويرشح الماء الى باطن الأرض ثم الى المصارف ويجب أن تكون المصارف كافية للتخلص من الماء حتى يتم التخلص من نواتج التفاعل كما سبق ذكره ويستمر إحلال الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل . ويستمر غمر الأرض بالماء حتى يتم خفض نسبة الـ ESP حيث تؤخذ عينات من التربة ويعاد تحليلها لمعرفة مدى الخفض الذى تم للصوديوم المتبادل .

وفى حالة الأرض تحت الزراعة والتى يرتفع فيها الصوديوم المتبادل عن ١٠٪ ويراد تحسينها فإنه يستحسن إضافة الإحتياجات الجبسية قبل زراعة الأرز حيث يضمن رى الأرز بكميات كبيرة من الماء ذوبان الجبس وإصلاح الأرض . كما يمكن إضافته قبل زراعة القطن ولكن سرعة تحسن الأرض إذا أضيف الجبس قبل الأرز يكون أفضل بكثير .

<u>٢ - إضافة الأحماض :</u>

مثل حمض الكبريتيك H_2SO_4 أو حمض الأيدروكلوريك HCL التجارية حتى تكون رخيصة الثمن ولا تستخدم على الإطلاق إذا كانت الأرض القلوية لاتحتوى على كربونات كالسيوم .

وينتج عن إضافة حمض الكبريتيك مثلا إلى الأرض أن يتفاعل مع كربونات الكالسيوم الأقل ذوبانا لينتج كبريتات الكالسيوم الأكثر ذوبانا نسبيا كما فى التفاعل :

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ويلعب كبريتات الكالسيوم الناتج نفس الدور الذى سبق شرحه فى حالة الجبس حيث يقوم الكالسيوم بالإحلال محل الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص وينتج كاتيون الصوديوم الذائب ويصبح على صورة كبريتات صوديوم الذى يلزم التخلص منه حتى يستمر قيام الكالسيوم بالإحلال محل الصوديوم .

كذلك فإن الحامض يتفاعل مع كربونات الصوديوم التى قد تكون موجـــودة فى الأرض القلوية ويكون التفاعل كما فى المعادلة التالية :

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ويلزم التخلص من كبريتات الصوديوم الناتجة حتى لاتعيق أوينـــافس الصوديـــوم الكالسيوم فى الدخول الى معقد الإدمصاص .

وإذا لم تحتوى الأرض على كربونات الكالسيوم كافية للتفاعل مع الحامض فقد يؤدى إضافة الحامض إلى تكوين الطين الحا مضى أو الطين الأيدروجينى وهو أكثر سوءا مـن الطين الصودى حيث تكوينه يؤدى إلى تكسير وهدم معادن الطين

$$EX\text{-}2Na + H_2SO_4 \;=\!=\!=\!=\!=\; EX\text{-}2H + Na_2SO_4$$

ويلاحظ : أن إستعمال هذه الطريقة فى إصلاح الأراضى القلوية غير مرغوب فيـــه نتيجة للأضرار التى قد تحدث للعمال أثناء الإضافة .

٣ - إضافـة الكبريت :

ولا ينصح بإضافة الكبريتات إلا إذا إحتوت الأرض على مصدر للكالسيوم مثـل كربونات الكالسيوم ويستخدم زهر الكبريت المطحون وأساس التفاعل هو أكســـدة

الكبريت بواسطة الكائنات الحية الدقيقة مكونة حامض الكبريتيك كما فى التفاعلات التالية :

$$2S + 3O_2 ==== 2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O ==== H_2SO_4$$

وعادة ينثر الكبريت الزهر على سطح الأرض ثم تحرث الأرض وتروى حيث يتأكسد الكبريت وفى وجود الماء يتكون حمض الكبريتيك ولقد وجد أن الطن الواحد من الكبريت الزهر الناعم إلى الفدان عادة يحتاج الى ٢ -٣ أسبوع ليتم أكسدته وذلك عند توفر إحتياجات الكائنات الحية الدقيقة من الرطوبة والحرارة والتهوية .

وبتكون حمض الكبريتيك فى الأرض يقوم بالتفاعل مع كربونات الكالسيوم محولا إياها الى كبريتات كالسيوم كما سبق شرحه فى حالة إضافة حمض الكبريتيك الى الأرض .

وكما ذكر معمل الملوحة بالولايات المتحدة الأمريكية فإن :

١	طن جبس	يقابله	٠,٥٧	طن	حمض كبريتيك
١	طن جبس	يقابله	٠,١٨٦	طن	كبريت

فإذا كانت الإحتياجات الجبسية للأرض هى ١ طن جبس/فدان

وفى حالة توفر كربونات الكالسيوم بالأرض فإنه يمكن إضافة إما ٠٠,٥٧ طن حمض كبريتيك أو ٠٠,١٨٦ طن كبريت زهر مطحون ومرة أخرى فإن إصلاح الأراضى القلوية سواء أكان بالجبس أو الكبريت أو الأحماض يلزم التخلص من نواتج التفاعل بالصرف الجيد بعيدا عن التربة .

٤ - إضافة المادة العضوية :

ينتج عن إضافة المادة العضوية (التسميد العضوى) وتحلله فى الأرض خروج ثانى أكسيد الكربون وتكوين أحماض عضوية وكلاهما يساعد على ذوبان كربونات

الكالسيوم الذى يجب أن تكون موجودة فى الأرض القلوية حتى يمكن إصلاحها عن طريق التسميد العضوى.

وتكون ثانى أكسيد الكربون أثناء عملية تحلل المادة العضوية سوف يتحد مع الماء مكونا حامض الكربونيك :

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

الذى سوف يتفاعل مع كربونات الكالسيوم الشحيحة الذوبان محولا إياها إلى بيكربونات الكالسيوم الذائبة :

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

ويتوفر الكالسيوم الذائب فى المحلول الأرضى وبتركيزات مناسبة سيقوم بالإحلال محل الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص .

أيضا فإن تكون الأحماض العضوية سوف تساعد فى ذوبان كربونات الكالسيوم الشحيحة الذوبان فى الماء .

ويجب ملاحظة : أن التسميد العضوى بكميات كبيرة فى حالة إحتواء الأرض القلوية على كربونات الكالسيوم سيساعد على إصلاحها وتحسين خواصها الطبيعية وإن كان ذلك سوف يتطلب وقت طويل .

٥ - زراعة النباتات المحبة للقلوية :

هناك بعض النباتات تستطيع أن تنمو بصورة جيدة لحد ما فى الأراضى القلوية ومن أمثلة هذه النباتات :

١ - رودس جراس	Rohodes grass
٢ - راى جراس	Ray grass
٣ - حشيشة السودان	Sudan grass

وفى وجود كربونات الكالسيوم فى الأرض القلوية ونمو هذه الحشائش ثم حرثها فى الأرض لمدة عامين أو أكثر يؤدى ذلك الى تحسن فى الأرض القلوية ويرجع ذلك الى خروج ثانى أكسيد الكربون بكمية كبيرة من جذور هذه النباتات نتيجة للتنفس والذى بدوره سيتحد مع الماء مكونا حمض الكربونيك كذلك فإن تحلل هذه الحشائش عند حرثها فى الأرض سينتج ثانى أكسيد الكربون الذى يكون بدوره حمض الكربونيك الذى يقوم بالتفاعل مع كربونات الكالسيوم كما سبق ذكره عند إضافة الأسمدة العضوية للأرض .

ثالثا : إستصلاح أو تحسين الأراضى الملحية القلوية

Reclamation or Improvement of Saline Alkali Soils

وتتميز مثل هذه الأراضى بارتفاع تركيز الأملاح الذائبة حيث أن التوصيل الكهربائى (EC) لمستخلص العجينة المشبعة يزيد عن ٤ ملليموز/سم عند ٢٥^{o}م كذلك فإن نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) يزيد عن ١٥% ونادرا ما يزيد الـ pH عن ٨,٥ .

ولإصلاح مثل هذه الأراضى لابد من إجراء عمليات الغسيل للتخلص من الأملاح الزائدة وفى نفس الوقت إضافة أحد المصلحات الكيماوية مثل الجبس أو حامض الكبريتيك أو الكبريت والمصلحان الآخران لايضافا للأرض إلا بعد التأكد من إحتواء الأرض على مصدر للكالسيوم مثل كربونات الكالسيوم كما سبق شرح ذلك فى حالة الأرض القلوية غير الملحية .

أى أن إصلاح مثل هذه الأراضى يتطلب إجراء عمليات الغسيل وحساب الإحتياجات الغسيلية وفى نفس الوقت حساب الإحتياجات الجبسية أو ما يكافئه من الكبريت أو حمض الكبريتيك وقد دلت الخبرة العملية أنه إذا كان تركيز الأملاح

مرتفعا أن تغسل الأرض أولا بالماء بأن تقوى الجسور ثم تملأ الأرض بالماء وتترك لمدة ٢٤ – ٤٨ ساعة ثم تصرف صرف سطحي وتترك لتجف ثم ينثر الجبس بعد حساب كميته على سطح التربة ثم تحرث الأرض ثم تغمر بالماء ويترك الماء ليتسرب فى باطن التربة ثم الى المصارف حتى نضمن أن يحل الكالسيوم محل الصوديوم المتبادل .

إستخدام التيار الكهربائى فى إستصلاح الأراضى القلوية

قام عدد من الباحثين بدراسة إمكانية إستخدام التيار الكهربائى فى التخلص من الصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص بالأراضى القلوية وتتلخص العملية بإمرار التيار الكهربائى بين قطبين كهربائيين (كاثود وآنود) سوف يعمل على تجميع كاتيونات الصوديوم حول القطب السالب (الآنود) وبالتالى فإنه من السهل التخلص منه عن طريق الغسيل بالماء إلى المصارف ومازالت هذه الطريقة تستخدم فى حيز ضيق ولم تستعمل على نطاق تطبيقى كبير .

وفى دراسة قام بها حبيب ورمضان (١٩٨٥) لدراسة أثر إستخدام التيار الكهربائى فى إصلاح أرض قلوية بإستخدام الليزيميترات فوصلوا الى التالى :

١- يجب عدم زيادة المعاملة بالتيار أكثر من ٤ أيام وقد أعطت نتائج مؤكدة فى التخلص من الصوديوم بدون إضافة الجبس .

٢- إضافة الجبس مع إمرار التيار الكهربائى أعطت نتائج أفضل فى التخلص من الصوديوم المتبادل .

إستخدام المياه الملحية فى غسيل الأراضى القلوية غير الملحية

تتميز الأراضى القلوية غير الملحية **Non Saline-Alkali Soils** بإنخفاض تركيز الأملاح الذائبة بها وإرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل **(ESP)** عن ١٥% وهذه

الأراضى تكون حبيبات الطين فردية غير متجمعة وبالتالى فإن التوصيل الهيدروليكى منخفض ونفاذ الماء شبه منعدم وعليه فإن إستخدام المياه العذبة الغير ملحية فى إصلاح مثل هذه الأراضى حتى مع إضافة الجبس يتطلب وقت طويل نظرا لإنخفاض نفاذية الأرض وقد وجد عديد من العلماء مثل Reeve and Boower(1960) Reeve and doering (1966) أن إستخدام المياه الملحية فى عملية الغسيل فى وجود الجبس يزيد من التوصيل الهيدروليكى للتربة وعليه يقلل الوقت اللازم للإصلاح ويجب أن يكون تركيز الصوديوم بالماء منخفض بالمقارنة بالعناصر ثنائية التكافؤ أى يجب أن لا يزيد قيم SAR أو إذابة الكالسيوم فى الماء المستخدم فى عملية غسيل الأراضى القلوية .

تكسير الطبقات الصماء بالأراضى المتأثرة بالأملاح

كثيرا ما تحتوى الأراضى القاوية على طبقات صماء غير منفذة للماء ويرجع تكوين هذه الطبقات خاصة فى الأراضى الطينية الثقيلة الى أن إرتفاع نسبة الصوديوم المتبادل على حبيبات الطين الغروية يجعلها فردية وبالتالى فإنها تتحرك إلى أسفل مع ماء الرى لتتجمع فى طبقة سفلية على بعد ما من السطح وزيادة نسبة الطين الناعم ذوالحبيبات الغروية يجعل هذه الطبقة عديمة النفاذية ممايؤدى الى حدوث أضرار أهمها:

١ – صعوبة إختراق الجذور لهذه الطبقة إذا كانت قريبة من السطح .

٢ – بطىء أو منع نفاذ الماء خلال هذه الطبقة إلى أسفل وبالتالى تكون مستوى ماء أرضى كاذب يجعل الظروف غير جيدة التهوية مما يؤثر تأثيرا كبيرا على نمو النبات كذلك إرتفاع الماء بالخاصة الشعرية وتراكم الأملاح على سطح التربة .

٣ – التأثير السيىء على الصرف إذا وجدت هذه الطبقة فى مستوى أعلى من مستوى عمق المصرف .

ويلزم لزيادة انتاجية مثل هذه الأراضى وسرعة إصلاحها أن يتم تحديد عمق هذه الطبقة وذلك بإستخدام البنتروميتر **Penetrometer** وإذا كانت قريبة من السطح على بعد ٦٠ - ٨٠ سم مثلا فيمكن تكسيرها بإستخدام محراث تحت التربة والذى يصل عمق المحراث فيه إلى ٧٠ - ٨٠ سم ويكون الحرث عمودى على المصرف المكشوف حتى لا تتجمع المياه فى باطن الأرض اذا كان موازى للمصرف المكشوف .

الباب الخامس
إستصلاح الأراضى الرملية

تقع معظم الأراضى الرملية فى جمهورية مصر العربية خارج الوادى والدلتا وهى تمثل حوالى ٩٥% من مساحة الجمهورية وقد ظلت الزراعة تعتمد على إستغلال الأراضى الرسوبية التى نقلها النيل من هضاب الحبشة وهى الدلتا والوادى وهى معظمها أراضى طينية أو طمية طينية ولكن نظرا لزيادة السكان كما ذكر سابقا وعدم كفاية الإنتاج الزراعى لإطعام الزيادة المستمرة فى السكان فلابد من الخروج من هذا الحيز الضيق (حوالى ٥% من مساحة مصر) إلى آفاق الصحراء فى محاولة جادة لزيادة الرقعة الزراعبة وكذلك لزيادة المساحة المأهولة إلى حوالى ٢٥% من مساحة مصر بدلا من ١٢% ونظرا لمشاكل الأراضى الرملية كان ينظر إليها فى الماضى على أنها صعبة الإستغلال خاصة الفلاح المصرى الذى تعود على زراعة الأراضى السمراء ولكن تحت ضغط الحاجة وتطور العلم والتكنولوجيا للتغلب على مشاكل الأراضى الرملية فقد أمكن فى مناطق كثيرة من العالم الوصول بإنتاجية الأراضى الرملية إلى معدلات أحسن بكثير من الأراضى الطينية أو الثقيلة فحدائق الموالح فى فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية وكذلك المساحات الرملية الكبيرة فى شمال شرق المجر التىتحولت إلىحدائق تنتج التفاح تمثل أحسن الأمثلةلإستغلال وزراعةالأراضىالرملية.

ويطلق تعبير الأراضى الرملية على الأراضى التى تبلغ نسبة الرمل بها أكثر من ٧٠% ولا تزيد نسبة السلت والطين بها عن ١٠% .

وتنحصر مشاكل وعيوب الأرض الرملية فى عدة نقاط أهمها :

١ - إرتفاع نفاذية مثل.هذه الأراضى للماء وبالتالى عدم قدرتها على الإحتفاظ بالماء الصالح للنبات وذلك راجع إلى قوامها الخشن وضياع الماء بعيدا عن تناول جذور النبات وخاصة إذا كان مستوى الماء الأرضى بعيدا عن السطح .

٢ – نظرا لقوامها الخشن وإنخفاض السطح النوعى (مساحة الأسطح فى وحدة الوزن) فإن قدرتها على الإحتفاظ بالماء حول الحبيبات ضعيف وبالتالى إنخفاض الماء الصالح للنباتات.

٣ – نظرا لعدم وجود تجمع للحبيبات ووجودها فى صورة حبيبات فردية وعدم وجود مواد لاحمة فإن هذا يسهل تعرضها للانجراف **Erosion** سواء بالرياح أو الماء وإنتقالها من مكان إلى آخر مما يعرض إلى إقتلاع النباتات الصغيرة .

٤ – فقرها الشديد فى العناصر الغذائية الأساسية للنبات سواء أكانت المغذيات الكبرى أو الصغرى بالإضافة الى قوامها الخشن والإنخفاض الهائل فى نسبة الطين وبالتالى إنخفاض سعتها لتبادل الكاتيونات (**CEC**) تجعلها غير قادرة على الإحتفاظ بالمغذيات النباتية بعد إضافتها اليها.

٥ – النقص الشديد فى نسبة المادة العضوية نتيجة لقلة المزروعات بالإضافة الى التحلل السريع للبقايا النباتية نتيجة لإرتفاع درجة الحرارة .

وإستصلاح مثل هذه الأراضى هو العمل على إصلاح عيوبها وحل المشاكل التىتواجه إستغلالها حتى تصبح بيئة صالحة أوملائمة لنمو النباتات وإعطاء محصول إقتصادى .

وتتلخص طرق مواجهة مشاكل هذه الأراضى فى :

أ – حماية الأرض الرملية من الإنجراف وذلك عن طريق :

١– عمل مصدات للرياح وخاصة فى الجهات التى يهب منها الرياح ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار كثافة الأشجار وإختيار أنواع الأشجار ويستحسن أن تكون الجذور عميقة وليست منتشرة قرب السطح حتى لاتستهلك مساحة كبيرة من الأرض وهذا يقلل إنجراف سطح التربة بواسطة الرياح وأهم الأشجار المستخدمة الكازورينا والكافور .

٢- تغطية سطح التربة بالحاصلات الزراعية على مدار العام وخاصة المواسم التى يشتد فيها الرياح وهذا يعمل على تثبيت سطح التربة ومقاومتها للإنجراف بالرياح.
٣- تجنب الرعى الجائر .

ب - تقليل سرعة رشح الأرض للماء وذلك عن طريق :

١- زيادة نسبة الحبيبات الدقيقة فى الأرض وذلك عن طريق إضافة الطمى ونظراً لإنخفاض كميات الطمى بعد بناء السد العالى فإن هذه العملية تعتبر مكلفة جدا وفى هذه الحالة يؤخذ ناتج تطهير الترع وقنوات الرى وهذه العملية وإن كانت ذات فائدة فى تقليل معدلات الرشح للأراضى المائية وزيادة قدرتها على حفظ الماء فإن لها تأثيرات جانبية مثل نقل الكثير من الأمراض والحشائش من المناطق المنقول منها الطمى إلى الأراضى الجديدة التى كانت خالية من ذلك

- كذلك فإن إضافة المخلفات النباتية والأسمدة العضوية تؤدى إلى خفض معدلات الرشح والعمل على تماسك حبيبات التربة كذلك تؤدى إلى زيادة خصوبة التربة نظرا للمغذيات النباتية التى تحتويها الأسمدة العضوية .

- أيضا فإنه قد وجد أن إضافة الطفلة الخالية من الأملاح وهى متوفرة بكميات كبيرة فى مناطق كثيرة فى مصر مثل الفيوم وطريق مصر-إسكندرية الصحراوى والخطاطبة ووجودها فى مناطق قريبة للأراضى الرملية المستصلحة يوفر كثيرا فى تكاليف النقل وتنثر الطفلة على سطح الأرض ثم تحرث لخلطها بالطبقة السطحية وقد دلت كثير من التجارب والنتائج المتحصلة منها على زيادة إنتاجية العديد من المحاصيل الحقلية مثل الأذرة الشامية والشعير والفول السودانى والبرسيم نتيجة إضافة الطفلة للأرض الرملية .

- وتؤدى أيضا إضافة الأسمدة الخضراء وذلك عن طريق زراعة بعض النباتات البقولية مثل البرسيم والترمس ثم حرثها فى الأرض إلى زيادة المادة العضوية فى الأرض الرملية ويساعد على تحسين خواص حفظ الماء وخصوبة الأرض

٢-إستخدام محسنات التربة الصناعيـــة Synthetie Soil Conditioners

حديثا إتجهت الأبحاث إلى دراسة أثر إضافة المحسنات Conditioners علـــى قدرة الأرض على حفظ الماء والعناصر الغذائية ومن أمثلتها :

* مستحلبات البيتومين وهو يضاف رشا على سطح التربة أو يخفف بالماء ويضـــاف ليتخلل التربة إلى عمق ١٠-٢٠سم وهو يعمل على تحسين الخواص الطبيعية لـلأرض عن طريق عمل تجمعات لحبيبات التربة والعمل على ثبات هذه التجمعات ويــــؤدى إضافة البيوتومين إلى زيادة قدرة الأرض على حفظ الماء وتضاف بنسب تتراوح بـــين ٠٠,٢ إلى ١,٠٠ % بالنسبة الى التربة - وبالإضافة إلى أهمية هذا المحسن فى زيـادة قدرة الأرض على حفظ الماء وزيادة الماء الصالح للنبات فإنه يؤدى إســـلى تثبيـت سطـــح الـــتربة ويقلل تأثيرالريـــاح أوالــماء على أنجراف التربة Soil Erosion ولقد ثبت أهمية إضافة البيتومين فى زيادة إنتاجية كثير من المحاصيل ونتيجـــة لتقليلـــه سرعة الرشح فإن ذلك يؤدى إلى عدم ضياع الأسمدة مع الماء بعيدا عن متناول جذور النباتات.

* إستخدام البوليميرات ومنها البولى اكريـــل أميـــد Polyacrylamid والبـــولى اكرلات بوليمار جل والسوبر هيدرو ، والإيفر جرين ٥٠٠ ، والإيفر جريـــن ٧٠٠ وهى تعنى دوام الخضرة ويمتص الأول ٥٠٠ مرة قدر وزنه ماء بينما يمتـــص الثـــانى ٧٠٠ مرة قدر وزنه ماء .

وقد إستخدمت البوليميرات بنجاح وأعطت نتائج جيدة جدا فى زيادة قدرة التربـــة على حفظ الماء وزيادة المحصول وإنخفاض حجم الماء اللازم للرى .

٣ - إستخدام طرق الرى الحديثة مثل الرى بالرش والرى بالتنقيط الـــتى تعطـــى النبات إحتياجاته المائية دون فقد الماء إلى أسفل وينتج عن ذلك توفـــير المـــاء لزراعة مناطق أخرى ويجب عدم اللجوء الى الرى بالغمر وذلك لضياع كميات كبيرة من الماء دون إستفادة منه وربما يؤدى الى أضرار ومشاكل أخرى مثـــل

إرتفاع مستوى الماء الأرضى والإحتياج إلى أنظمة صرف ونظرا لأهمية الماء كعامل محدد لاستصلاح مساحات جديدة فإنه ينبغى إستخدام طرق الرى الحديثة فى الأراضى الرملية ومنع إستخدام طرق الرى بالغمر . كذلك فإن نقل الماء داخل الحقل يجب أن يتم فى مواسير منعا من فقد الماء أثناء النقل ولزيادة كفاءة توصيل الماء الى الحقل .

ج – تحسين خصوبة التربة :

كما سبق القول فإن الأراضى الرملية تعتبر فقيرة فى محتواها من العناصر الغذائية بالإضافةالى عدم قدرتها على حفظ الأسمدة المضافة نظرا لسرعة رشح الماء وما يحمله من عناصر غذائية ذائبة بعيدا عن منطقة إنتشار الجذور وكذلك لإنخفاض محتواها من الغرويات المعدنية والعضوية والتى تتميز بأسطحها السالبة الشحنة والتى فى مقدورها مسك أو حفظ أو إدمصاص العناصر الغذائية فى صورةكاتيونية ضد عمليات الغسيل.

ولعلاج ذلك فإنه كما سبق القول فإن إضافة الطمى والمادة العضوية أو الطفلة (البنتونيت) كل ذلك يزيد من خصوبتها وقدرتها على حفظ المغذيات وفى الأراضى الرملية يجب أن يكون لها سياسة تسميدية تختلف عن أراضى الوادى والدلتا الرسوبية حيث ينصح بإضافة الأسمدة مع ماء الرى الذى سبق وأن أوضحنا أنه يجب أن يكون رشا أو تنقيطا وبالتالى المحافظة عليها من الغسيل مع الماء الزائد فى حالة الرى بالغمر .

وتبعا للتحليل الكيماوى للأرض الرملية تضاف العناصر التى يثبت التحليل أن الأرض فقيرة فيها ولكن غالبا ما يتطلب إضافة جميع العناصر مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم (بعض الأراضى الرملية المتاخمة للشواطىء البحرية قد تكون غنية فى محتواها من الكالسيوم والماغنسيوم) والكبريت والحديد والزنك والمنجنيز والنحاس والموليبدنوم واليورون (يتواجد بكميات كافية فى الأراضى الرملية الشاطئية مثل منطقة قلابشو والزبان بمحافظة

الدقهلية) ولا ينصح بإضافة الكلور نظرا لتوفر كمياته فى ماء الرى والأرض أو قد يكون موجودا بكميات ضارة .

وفى بعض الأراضى الرملية والتى مازالت تروى بالغمر فيستحسن إضافة الأسمدة على عدة دفعات وليس دفعة أو إثنين فقط جتى نقلل بقدر الإمكان من ضياعها مع ماء الرى فى باطن الأرض كذلك فإنه يفضل إضافة الأسمدة النتروجينية فى صورة أمونيوم مثل سلفات الأمونيوم (الذى يعتبر فى نفس الوقت مصدرا للكبريت) ولا ينصح بإضافتها فى صورة يوريا خاصة فى الأراضى الفقيرة فى الطين والمادة العضوية لعدم توفر أنزيم اليورياز اللازم لتحللها مائيا إلى أمونيوم .

كذلك إضافة الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية على دفعتين فى مراحل نمو النبات المبكرة ويستحسن إضافة العناصر الصغرى عن طريق الرش على المجموع الخضرى للنبات .

ولقد جرت محاولات كثيرة لتقليل فقد الأسمدة والمغذيات النباتية بعيدا عن منطقة إنتشار الجذور مع الماء (وخاصة فى الأراضى التى تروى بالغمر) وذلك عن طريق وضع عوائق أو مواد ذات نفادية قليلة على عمق فى باطن التربة وقد أدى ذلك إلى زيادة إنتاجية المحاصيل المختلفة نتيجة للمحافظة على الماء اللازم للنبات وما يحتويه من عناصر غذائية ذائبة فيه .

وقد إقترح أريكسون **Erikson , 1968** عمل العائق من طينة البنتونيت أو أغشية بلاستيكية متصلة كذلك يمكن عمله من البيتومين وذلك يرش طبقة سمكها من ٢ -٣ مم.

وفى مصر قام مقلد ١٩٦٤ بتنفيذ طريقة العائق فى القطاع الجنوبى لمديرية التحرير وإستخدم أقنية مختلفة لعمل العائق منها على سبيل المثال :

١ - عوائق من الطين والسماد البلدى على عمق ٥٠ أ، ٦٠ أ، ٧٠ سم .

٢ - عوائق من الأسفلت سمكها ٣ مم على عمق ٦٠سم مع خلط السماد البلدى بالأرض فى الطبقة فوق الأسفلت مباشرة .

٣ - عوائق من الأسفلت والقماش ذو الثقوب عند عمق ٦٠سم مع خلط الأرض والسمادفوق الطبقة مباشرة .

٤ - عائق من النايلون ذو الثقوب على عمق ٦٠سم مع خلط السماد البلدى والأرض فوق العائق مباشرة .

وقد وجد زيادة فى المحصول تحت جميع المعاملات السابقة بالمقارنة بالأرض بدون معاملة أو بدون عائق وتراوحت الزيادة بين ١١٦ - ٢٩٠ % ويجب دراسة تكلفة عمل هذه العوائق وترجمة ذلك إقتصاديا ومرة أخرى فإن إستخدام الأساليب الحديثة للرى مثل الرى بالرش أو التنقيط يغنى بدرجة كبيرة عن تطبيق مثل هذه الأقنية لصعوبة تنفيذها .

د - مدى إحتياجات الأراضى الرملية للصرف :-

تتميز هذه الأراضى الرملية بمعدل رشح سريع للماء فى باطن الأرض مما حدا ببعض العاملين فى إستصلاح الأراضى بالقول بأنها لاتحتاج إلى صرف وإتخاذ مثل هذا القرار يجب أن ينبنى على أسس علمية تعتمد على دراسة شاملة للأرض وهل توجد طبقات صماء وعلى أى مسافة توجد طبقات صماء تمنع نزول الماء إلى باطن الأرض وبالتالى إرتفاع مستوى الماء الكاذب يوما بعد آخر مما يؤدى إلى فشل إستصلاح الأرض نتيجة لعدم وجود مصارف ففى هذه الحالة تحتاج الأرض الرملية إلى مصارف وأنسب أنواع المصارف هى المصارف المغطاه فى هذه الحالة ، كذلك فإن الأراضى الرملية القريبة من شواطىء البحر مثل منطقة قلابشو والزيان بمحافظة الدقهلية يرتفع فيها مستوى الماء الأرضى ليصبح قريبا من سطح الأرض فى كثير من المواقع نظرا لاتصاله بمستوى ماء البحر الأبيض المتوسط . ففى هذه الحالة يلزم أو يمكن القول

لايمكن إستصلاح مثل هذه المناطق إلا فى وجود شبكة صرف جيدة مع إستعمال نظام رى متطور (رش أو تنقيط) وتبطين قنوات الرى ونقل المياه داخل الحقل فى أنابيب حتى لا يتسرب جزء كبير من الماء يضغط على نظام الصرف ويخفض كفاءته .

أما إذا دلت الدراسة عن عدم وجود طبقات صماء وأن مستوى الماء الأرضى بعيدا عن سطح التربة ففى هذه الحالة لاتحتاج مثل هذه المناطق إلى صرف إلا إذا وجدت مناطق منخفضة وفى هذه الحالة فإنها تعمل كمصرف للأراضى المرتفعة حولها فيستحسن عمل مصارف لمثل هذه المناطق المنخفضة حتى يمكن إستغلالها.

هـ - إختيار المحاصيل المناسبة للأراضى الرملية :-

أحد ركائز نجاح إستصلاح وإستزراع وإستغلال الأراضى الرملية هو إختيار المحاصيل التى تجود فى الأراضر الرملية والتى إحتياجاتها المائية قليلة نظرا لأهمية قطرة الماء . ولذا فإختيار محصول ذو إستهلاك مائى أقل وذو عائد إقتصادى كبير مما يدر ربح على المنتج . ومن المحاصيل الحقلية الى تجود فى هذه الأراضى الشعير والقمح والذرة الرفيعة والذرة الشامية وكذلك فإن الترمس والفول السودانى والمحاصيل ابقولية تعتبر ذو أهمية كبيرة فى زيادة خصوبة الأرض الرملية لما تسببه من تثبيت للنتروجين الجوى وفى حالة زراعة المحاصيل البقولية فيجب إضافة بكتريا الريزوبيوم (العقدين) المناسب للمحصول البقولى نظرا لعدم وجود البكتريا المناسبة للمحاصيل البقولية فى الأراضى التى لم يسبق زراعتها ولزيادة النتروجين المثبت والذى سيعود فائدته للنبات المزروع والمحصول التالى له . كذلك فإن العنب والزيتون كمحاصيل فاكهة تجود فى الأراضى الرملية كذلك تجود الموالح والمانجو وإن كانت إحتياجاتهاالمائية مرتفعة.

الباب السادس

إستصلاح الأراضى الجيرية

الأراضى الجيرية هى التى تحتوى على نسب عالية من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ وتوجد فى مناطق متفرقة فى جمهورية مصر العربية حيث تتواجد بمساحات كبيرة فى الساحل الشمالى من غرب الأسكندرية حتى الحدود الليبية وفى مريوط ومزرعة الجبل الأصفر ومنطقة الخانكة والتل الكبير كذلك توجد مساحات متفاوتة بكفر الدوار ويتراوح نسبة كربونات الكالسيوم فى الأراضى السابقة بين ١٠ – ٧٠ % ولا يفوتنا هنا أن نذكر أن الأراضى المصرية الرسوبية فى الوادى والدلتا تحتوى على نسب متفاوتة من كربونات الكالسيوم تتراوح بين ١ – ٥% ويرجع وجود كربونات الكالسيوم فى الأراضى إلى وجود الحجر الجيرى أو ناتج عن ترسيبات ثانوية من أيونات الكربونات أو البيكربونات مع أيونات الكالسيوم وتنحصر أهم مشاكل الأراضى الجيرية فى :-

١- إرتفاع رقم الـ pH حيث يزيد عن pH ٨ .

٢- إرتفاع نسبة كربونات الكالسيوم والتى قد تكون منتشرة فى القطاع الأرضى أو مركزة فى طبقة من الطبقات وهذه الكربونات تكسب الأرض خواص مثل :

أ -إنهيار البناء الأرضى بعد الرى وتصبح التربة لزجة ويؤدى ذلك إلى إنهيار قنوات الرى والخطوط والمصارف وتلف النباتات النامية وخاصة الصغيرة منها.

ب-تصلب الطبقة السطحية بالجفاف وتكون قشرة صلبة تؤدى إلى تقطيع النباتات وخاصة فى مرحلة البادرة عند جفاف الأرض .

٣ -إرتفاع نسبة كربونات الكالسيوم يؤثر على خصوبتها وفقد العناصر مثل :

أ -تطاير الأمونيا عند التسميد بكبريتات الأمونيوم ويزداد الفقد بزيادة نسبة كربونات الكالسيوم ففى أرض فقيرة أولا تحتوى على كربونات الكالسيوم

كان الفقد فى الأمونيوم عند التسميد بسلفات الأمونيوم ٢,٢% وفى وجـود كربونات الكالسيوم بنسبة ٤,٦% وكان الـ pH ٨,٤ زاد الفقد حـتى وصل إلى ٢٤,٥% وإرتفع الفقد حتى وصل الى ٤٢,٢% من الأمونيـوم المضاف عند وجود كربونات الكالسيوم فى الأرض بنسبة ٢٣% .

ب -يؤثر كربونات الكالسيوم على صلاحية الفوسفور ويتحول الفوسفور الذائـب والموجود فى صورة فوسفات أحادى الكالسيوم $Ca(H_2PO_4)_2$ إلى فوسفات ثنائـى $CaHPO_4$ وفوسفات ثلاثى $Ca_3(PO_4)_2$ الشحيحة الذوبان وذلك لتواجد كاتيونات الكالسيوم الذائبة كذلك تدمص الفوسفات الذائبـة علـى سطح بللورات كربونات الكالسيوم إدمصاص سطحى ثم تدخل داخل البللور، مسببة تثبيت الفوسفات وبسبب ذلك فإنه عند التسميد الفوسفاتى سرعان مـا يتم تثبيت الصورة الذائبة بعد إضافته للأرض .

ج-تؤثر كربونات الكالسيوم على صلاحية الحديد للنبات .

حيث يكثر ظهور الإصفرار Chlorosis على النباتات النامية فى الأراضـى الغنية بكربونات الكالسيوم وقد يرجع ذلك إلى أكسدة الحديدوز وهى الصورة الذائبة التى يستفيد منها النبات إلى صورة حديديك وهى صورة غـير ذائبـة لايستطيع النبات الإستفادة منها .

$$CaCO_3 + Fe^{++} = FeCO_3 + Ca^{++}$$

$$4\,FeCO_3 + Ca(HCO_3)_2 = 2\,Fe_2(CO_3)_3 + Ca(OH)_2$$

$$Fe_2(CO_3)_3 + 3H_2O = Fe_2O_3 + 3H_2CO_3$$

وأيضاتعانى النباتات من نقص معظم العناصر الصغرى نتيجة لإرتفاع رقم الـ pH للأراضى الجيرية وإرتفاع نسبة كربونات الكالسيوم .

د – تعاني النباتات النامية من نقص البوتاسيوم والمغنسيوم نتيجة لوجـــود أيونـــات الكالسيوم بتركيزات عالية والذى يمانع البوتاسيوم والمغنسيوم من الإمتصـــاص بواسطة جذور النباتات.

ويمكن التغلب على هذه المشاكل بإتباع الخطوات التالية :

١ – الرى على فترات متقاربة مع عدم زيادة كميات ماء الرى وذلك لتفادى إنهيـار البناء الأرضى عند الرى بغزارة ولعدم تكون قشرة سطحية صلبة عند الجفـاف وتأخير الرى .

٢ – عمل تبطين لقنوات الرى لعدم تهدمها عند الرى وعدم تسرب الماء .

٣ – إضافة المادة العضوية بكميات كبيرة وذلك لتحسين خواص الأرض الطبيعيـــة وتقليل تماسك الطبقة السطحية عند الجفاف وزيادة خصوبتها وكذلك الإهتمام بالتسميد الأخضر .

٤ – الإهتمام بالصرف لمنع إرتفاع مستوى الماء الأرضى وتعرضها للتمليح الثانوى.

٥ – تفادى تطاير الأمونيا من الأسمدة الأمونيومية وذلك بالرى مباشرة بعد التسميد.

٦ – إضافة الحديد والعناصر الصغرى عن طريق الرش على المجموع الخضرى كذلك يستحسن إضافة الأسمدة الفوسفاتية عن طريق الرش لتفادى تثبيته فى التربة .

٧ – ينصح بإضافة الكبريت وإستخدام الأسمـــدة ذات التأثـــير الحـــامضى وذلـــك كمحاولة لتخفيض رقم الــ pH بالإضافة فإن الكبريت يحسن بيئة النمو الـــتى يكثر بها كربونات الكالسيوم .

٨ – إستخدام محسنات التربة **Soil Conditioners** للمحافظة على البناء الأرضى وعدم تهدمه بإضافة ماء الرى .

٩ – إختيار محاصيل مناسبة لمثل هذه الأراضى وقد وجـــد أن الحـــاصلات الحقليـــة والبستانية التى تناسب مثل هذه الأراضى هىالقمح والشعير والأذرة الشـــامية والطماطم والزيتون والتين والكروم بالإضافة إلى البرسيم الحجـــازى كذلـــك التمور بمختلف أنواعها .

الباب السابع

صلاحية الماء للري

الماء هو أحد عناصر الحياة الأساسية فهو أساس الحياة على سطح الأرض بسم الله الرحمن الرحيم { وجعلنا من الماء كل شيء حى } فالماء يمثل نسبة كبيرة فى أجسام الكائنات الحية نباتية كانت أو حيوانية فتصل نسبة الماء فى النبات حوالى ٧٥% وقد يزيد ليصل إلى حوالى ٩٨% كما فى الخضروات والبرسيم وتصل نسبة الماء فى الإنسان إلى حوالى ٧٠% وهذا يؤكد أهمية الماء لإستمرار الحياة .

بسم الله الرحمن الرحيم { وهو الذى أرسل الرياح بشرا بين يدى رحمته وأنزلنا من السماء ماء طهورا * لنحيى به بلدة ميتا ونسقيه مما خلقنا أنعاما وأناسى كثيرا * } .

[سورة الفرقان آية:٤٨-٤٩]

بسم الله الرحمن الرحيم { ألم تر أن الله أنزل من السماء ماء فتصبح الأرض مخضرة إن الله لطيف خبير } [سورة الحج آية : ٦٣]

بسم الله الرحمن الرحيم { وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماء فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين } [سورة الحجر آية : ٢٢]

فماء الأمطار هو المصدر الرئيسى للمياه العذبة على سطح الكرة الأرضية وهو من أجود المياه فهو أقل المياه الطبيعية إحتواء على الأملاح فتركيز الأملاح فيه صغيرة جدا تكاد لا تذكر وتستخدم مياه الأمطار فى الزراعة مباشرة فى أماكن كثيرة من العالم وذلك فى المناطق التى يكثر بها ماء المطر بحيث يعطى النباتات النامية إحتياجاتها من الماء .

وكميات ماء الأمطار فى مصر كميات بسيطة موسمية أى تنزل فى فصل الشتاء فقط وتقدربحوالى ١٥,٠٠ مليار متر مكعب وغالبا ما تكون على الساحل الشمالى

للجمهورية وتستخدم فى زراعة القمح والشعير كمحصول شتوى من الأسكندرية حتى مطروح وقد تستخدم فى الرى التكميلى أثناء السدة الشتوية فى مناطق الدلتا .

وبنزول ماء المطر بغزارة يتعمق جزء منه فى باطن الأرض مكونا الماء الجوفى وجزء آخر يسيل على سطح الأرض مكونا الأنهار وجزء آخر يضيع إلى الهواء عن طريق البخر .

ويعتبر ماء الأنهار من أجود المياه المستخدمة فى الرى والتى تلى ماء الأمطار وتختلف نسبة الأملاح الذائبة بها من نهر إلى آخر على حسب المنطقة التى يسير بها النهر وما يذوب به من أملاح كذلك تختلف نسبة الأملاح فى النهر الواحد من مكان قرب المنبع إلى مكان آخر فى نهاية المصب على حسب كمية الأملاح التى ذابت فيه طوال مساره وهى إختلافات ليست بالكبيرة ونسبة الأملاح لا تتعدى بأى حال من الأحوال فى ماء النيل عن ٢٥٠ جزء فى المليون وموارد الماء العذب محدودة بالنسبة للعالم ككل فعلى الرغم من أن حجم الماء على سطح الأرض يبلغ ١٣٦٦ مليون كيلو مترا الا أن الماء العذب الذى يجرى بالأنهار وهو المتاح حاليا للإستخدام لايزيد عن ١٤١٧٠ كيلو مترا مكعبا أى أنه لا يتعدى نسبة ٠,٠١ % من جملة المياه المتاحة كما أنه لا يوجد بالضرورة فى المواقع أو فى الأوقات التى يحتاج إليها الإنسان.

ويعتبر نهر النيل المصدر الرئيسى للماء العذب المتجدد فى جمهورية مصر العربية (٩٧% من الموارد المتجددة) .

ويتفاوت إيراد النهر السنوى مقدرا عند أسوان فقد وصل إلى ٤٠ مليار متر مكعب فى السنوات الشحيحة مثل عام ١٩٣٣م فى حين بلغ إيراده ١٥٠ مليار متر مكعب فى عام ١٩٧٨م ، ١٩٩٨م – وعموما يقدر متوسط الإيراد السنوى عند أسوان بمقدار ٨٤ مليار متر مكعب وتبعا لإتفاقية عام ١٩٥٩م بين مصر والسودان يخص مصر من هذا الإيراد ٥٥,٥ مليار متر مكعب ويخص السودان ١٨,٥ مليار متر مكعب والباقى وهو ١٠ مليار متر مكعب تفقد بالبخر والتسرب من بحيرة السد العالى .

ولا يفى نصيب مصر من مياه نهر النيل للتوسع الزراعى الذى يتناسب مع زيـادة عدد السكان وللخروج من الدلتا والوادى القديم إلى رحاب الصحراء لزيادة الرقعـة الزراعية حتى ننتج ما نحتاجه من الغذاء ولتقليل ما نستورده من الخارج ولـــذا إتجـه النظر لمصادر أخرى من الماء منها :-

١ - المياه الجوفيـــــــــــة :

وهى كميات محدودة وتتمثل فى خزانات المياه الجوفية الممتدة تحت الصحــــراء الشرقية والغربية وشبه جزيرة سيناء وأهمها خزان الحجر الرملى النوبى الـــذى يمتد عبر حدود مصر مع السودان وليبيا . ويصل معدل السحب السنوى مـــن المياه الجوفية حوالى ١,٣ مليار متر مكعب والذى يمكن أن يزيد فى المستقبل إلى حوالى ٣,٥ مليارمترمكعب سنوياكحدآمن وإقتصادى لهذا السحب. ولاتشجع وزارة الأشغال والموارد المائية السحب من المياه الجوفية بالدلتا إلا بعد دراسات مستفيضة خوفا من زحف المياه الملحية من البحر الأبيض المتوسط وتمليح المــاء الأرضى وبالتالى تمليح التربة وتدهورها .

٢ - مـــــاء المصـــــارف :

وهى مياه تحتوى على كميات متفاوتة من الأملاح تـــتراوح مـــن ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ جزء فى المليون وتقدر سنويا بمقدار ١٤ مليار مترمكعب كانت تهـدر فى البحر والبحيرات واتجه الآن إلى إعادة إستخدام مثل هذه المياه مباشرة أو بعـد خلطها بماء النيل على حسب نسبة الأملاح الموجودة بهـا . وتصـل الكميـة المستخدمة من مياه الصرف حتى الآن بـ ٤,٦ مليار متر مكعب .

ومن أهم المشروعات التى تستفيد من مياه الصرف هو إنشاء ترعة الســـلام والتى يـتم إمداد نصف إحتياجاها من الماء (٤ مليار متر مكعب) من مـــاء الصرف والنصف الآخر من ماء النيل . وهذه الترعة ستستخدم لزراعـة ٦٠٠

ألف فدان منها ٢٠٠ ألف فدان غرب قناة السويس والباقى يقـــع فى شمـــال سيناء وشرق قناة السويس .

ونظرا للآثار السيئة للماء المحتوى على تركيزات عالية من الأملاح على كل مـــن الأرض والنبات فإنه يلزم تحليل المياه المستخدمة فى الرى لمعرفة صلاحيتها للإستخدام.

خواص الماء التى تحدد مدى صلاحيته للرى

لتحديد صلاحية الماء للرى يجب أن يؤخـــذ فى الإعتبـــار أحـــد أو كـــل العوامـــل التالية(حسب معمل الملوحة للولايات المتحدة الأمريكية.

Saline and alkali Soils, Hand Book No 60

١- التركيز الكلى للأملاح الذائبة .

٢ - نسبة الصوديوم إلى باقى الكاتيونات (الكالسيوم والمغنسيوم) .

٣ - تركيز عنصر البورون أو العناصر الأخرى والتى تعتبر سامة .

٤ - نسبة تركيز البيكربونات إلى تركيز كل من الكالسيوم والمغنسيوم .

أولا : التركيز الكلى للأملاح الذائبة :

يمكن التعبير عن التركيز الكلى للأملاح الذائبة فى الماء وذلك بهدف معرفـــة مـــدى صلاحيتها للرى وذلك بمعرفة درجة توصيلها للكهرباء وذلك لسهولة تقديرها بدقـــة اذا توفرت الأجهزة اللازمة للقياس وبمعرفة درجة التوصيل الكهربائى (EC) يمكن معرفة تركيز الأملاح حيث:

تركيز الأملاح فى الماء كجزء فى المليون ppm = (EC) بالمليموز/سم × ٦٤٠

تركيز الأملاح فى الماء بالمليمكافىء/لتر = (EC) بالمليموز/سم × ١٠

الضغط الأسموزى للماء (O.P) = (EC) بالمليموز/سم × ٠,٣٦

وعموما فإن درجة التوصيل الكهربائى (EC) للمياه التى تستخدم بنجاح يجب أن لاتتعدى ٢,٢٥ ملليموز/سم والماء الذى له قيم توصيل كهربائى أكثر من ذلك قد يستخدم فى بعض الأحيان ولكن إنتاجية المحصول لاتكون جيدة .

ويمكن تقسيم المياه على حسب درجة توصيلها الكهربائى وتأثيرها على التربة والنبات إلى :

١ – مياه ذات ملوحة منخفضة : ودرجة التوصيل الكهربائى لها أقل من ٠,٢٥ ملليموز/سم عند ٢٥° م (0.25ds/m) أى أن تركيز الأملاح بها أقل من ١٦٠ جزء فى المليون.وهى مياه ممتازة لرى جميع أنواع الأراضى وجميع المحاصيل.

٢ – مياه ذات ملوحة متوسطة : ودرجة التوصيل الكهربائى لهذه المياه تتراوح من ٠,٢٥–٠,٧٥ ملليموز/سم عند ٢٥° م (0.25-0.75 ds/m) أى أن تركيز الأملاح يتراوح بين ١٦٠–٤٨٠ جزء فى المليون وهى مياه جيدة للرى ولكن المحاصيل الحساسة للملوحة تتأثر بمثل هذه النوعية من المياه .

٣ – مياه ذات ملوحة عالية : ودرجة التوصيل الكهربائى لهذه النوعية من المياه تتراوح من ٠,٧٥ – ٢,٢٥ ملليموز/سم عند ٢٥° م (0.75-2.25 ds/m) أى حوالى (٤٨٠–١٤٤٠ جزء فى المليون) . وتستخدم هذه النوعية فى الرى بصورة مرضية ويكون النمو للمحاصيل الغير حساسة للملوحة بصورة مرضية عند الإدارة الجيدة للأراضى والصرف الجيد ولكن فى عدم وجود الصرف الجيد وفى عدم إستخدام كميات كافية من ماء الغسيل فإن تراكم الأملاح يؤدى إلى تكوين الأراضى الملحية وخاصة فى الأراضى الطينية .

٤ – مياه ذات ملوحة عالية جدا : ودرجة التوصيل الكهربائى لهذه المياه أعلى من ٢,٢٥ ملليموز/سم عند ٢٥° م (>2.25 ds/m) أى أكبر من ١٤٤٠ جزء فى المليون وهذه المياه نادرا ما تستخدم بكفاءة فى رى المحاصيل . فقط يمكن

إستخدامها تحت ظروف المحاصيل المقاومة جدا للملوحة وتحت ظروف الصرف الجيد .

وكما ذكر سابقا فإن الأراضى الملحية هى التى يكون التوصيل الكهربائى لمستخلص العجينة المشبعة أعلى من ٤ ملليموز/سم عند ٢٥° م .فقد وجد أن درجة التوصيل الكهربائى لأرض ما (ليس للماء الأرضى تأثير على تمليحها أى أن مستوى الماءالأرضى منخفض جدا) يتراوح من ٢-١٠ مرات درجة التوصيل الكهربائى للماء المستخدم فى الرى وهذه الزيادة فى تركيز الأملاح فى التربة عن الماء المستخدم فى الرى يرجع عادة إلى إستهلاك الماء بواسطة النبات والبخر وبالتالى تراكم الأملاح الذائبة فيه .

وهذا يوضح أن إستخدام المياه ذات الملوحة المتوسطة إلى العالية فى الرى تؤدى إلى تكوين أراضى ملحية حتى ولو كان الصرف جيد .

ويوضح الجدول التالى نسبة ماء الغسيل المطلوب عند إستخدام مياه رى ذات درجات ملوحة مختلفة وعند درجات توصيل مختلفة لماء الصرف عند منطقة جذور النباتات وذلك بإستخدام معادلة حساب الإحتياجات الغسيلية التى سبق الكلام عنها وهى :

$$LR = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}}$$

حيث :

EC_{iw} = تركيز الأملاح بالملليموز/سم لماء الرى

EC_{dw} = تركيز الأملاح بالملليموز/سم لماء الصرف

جدول يبين الإحتياجات الغسيلية والمرتبطة بالتوصيل الكهربائى لماء الرى وماء الصرف.

درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى mmhos/cm at 25°c (ds/m)	الإحتياجات الغسيلية اللازمة للوصول بدرجة التوصيل الكهربائى لماء الصرف عند منطقة الجذور إلى الأرقام الموضحة.			
	٤ ملليموز/سم	٨ ملليموز/سم	١٢ ملليموز/سم	١٦ ملليموز/سم
٠,١٠	% ٢,٥٠	% ١,٢٥	% ٠,٨	% ٠,٦
٠.٢٥	٦,٢٥	٣,١٠	٢,١	١,٦
٠,٧٥	١٨,٧٥	٩,٤٠	٦,٢	٤,٧
٢,٢٥	٥٦,٢٥	٢٨,١	١٨,٨	١٤,١
٥,٠٠	٠٠٠٠٠	٦٢,٥	٤١,٧	٣١,٢

وكما يتضح من الجدول إرتفاع نسبة الإحتياجات الغسيلية بإرتفاع ملوحة ماء الرى مع ثبات درجة التوصيل الكهربائى المطلوبة عند منطقة الجذور (القيم الرأسية فى كل عمود) فى حين تقل نسبة الإحتياجات الغسيلية عند إستخدام نوعية واحدة من ماء الرى ذات تركيز معين من الأملاح ولكن لرى نباتات تختلف لتحملها للملوحة وبالتالى درجة التوصيل الكهربائى عند منطقة الجذور فمثلا الإحتياجات الغسيلية عند إستخدام مياه ملحية ذات توصيل كهربائى ٠,٧٥ ملليموز/سم هى: ١٨,٧٥، ٩,٤ ، ٦,٢ ، ٤,٧% وذلك عند توصيل كهربائى لماء الصرف عند منطقة جذور لتكون بالتتابع ٤، ٨ ، ١٢ ، ١٦ ملليموز/سم

ثانيا : معدل إدمصاص الصوديوم : Sodium Adsorption Ratio (SAR)

من المعروف أن المكونات غير العضوية Inorganic constituents فى ماء الرى تتفاعل مع التربة كأيونات وليست كجزيئات . والكاتيونات السائدة هى الكالسيوم ، المغنسيوم

، الصوديوم مع وجود كميات صغيرة من البوتاسيوم فى حين تكون الأنيونات الرئيسية هى الكربونات ، البيكربونات ، الكبريتات ، الكلوريد ، وقد يتواجد الفلوريد والنترات بتركيزات صغيرة . ومخاطر تحول الأرض إلى قلوية نتيجة إستخدام مياه رى معينة تتحدد بالتركيزات المطلقة والنسبية للكاتيونات فإذا كان نسبة الصوديوم عالى فإحتمالات القلوية تكون مرتفعة والعكس صحيح إذا كان كاتيون الكالسيوم سائد فإن إحتمالات قلوية التربة تكون منخفضة . وقد عرف أهمية مكونات الكاتيونات فى مياه الرى على الخواص الكيماوية والطبيعية للتربة منذ وقت بعيد قبل الفهم الكامل لتفاعلات تبادل الكاتيونات فمنذ ١٩٢١ **Scofield and Headley** أوضحوا أن الماء العسر ينتج أرض جيدة والماء اليسر يكون أرض عسر (غير جيدة)

Hard water makes soft land and soft water makes hard land.

وتتكون الأراضى القلوية نتيجة لتراكم الصوديوم المتبادل وهى ذات خواص غير جيدة فى الزراعة وذات نفاذية منخفضة .

وقد وجد أن هناك إرتباط بين معدل إدمصاص الصوديوم فى ماء الرى ومخاطر تكون القلوية فى الأرض وبالتالى الحكم على مدى صلاحية الماء للرى .

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

ويعبرعن تركيز الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم بالملليمكافىء/لتروقد وجد أن زيادة قيم SAR لماء الرى تزداد إحتمالات نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) وهى تساوى

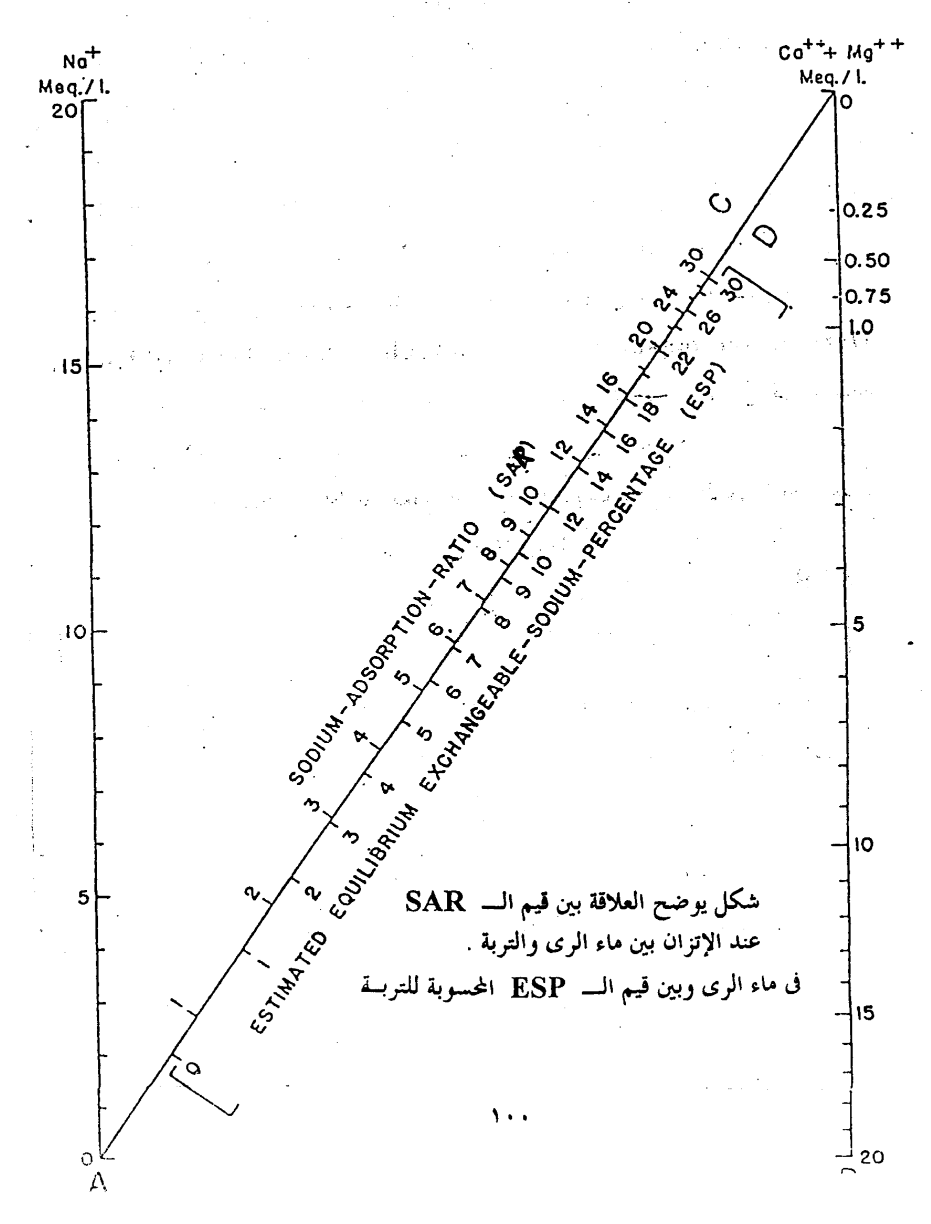
$$= \frac{\text{الصوديوم المتبادل}}{\text{السعة التبادلية}} \times ١٠٠$$

وهناك معادلة تربط بين **(Exchangeable sodium percentage) ESP** وبين **(Sodium adsorption ratio) SAR** فى ماءالرىوذلك عندحدوث الإتزان بين مكونات ماء الرى والتربة حيث

$$ESP = \frac{100\ (-0.0126 + 0.01475\ SAR)}{1 + (-0.0126 + 0.01475\ SAR)}$$

ويبين الشكل التالى العلاقة بين SAR ومكونات التربة من الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وكذلك بين قيم ESP المحسوبة .

ومن الشكل يتضح زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل على التربة (ESP) مع زيادة قيم الـ (SAR) فى ماء الرى وذلك عند تكرار الرى وحدوث الإتزان بين ماء الرى ومكونات التربة . أنظر الشكل فى الصفحة التالية .



شكل يوضح العلاقة بين قيم الـ SAR

عند الإتزان بين ماء الرى والتربة .

فى ماء الرى وبين قيم الـ ESP المحسوبة للتربة

ثالثا : تركيـــز عنصـــر البـــورون :

ومن المعروف أن عنصر البورون من العناصر الأساسية بالنسبة لجميع النباتـــات ولكن الكمية المطلوبة منه صغيرة جدا ولذا فإن وجوده بتركيزات أعلى فى ماء الـرى تؤدى إلى حدوث تسمم .

لذلك فإن زيادة تركيز البورون فى ماء الرى حتى ولو كان تركيز الأملاح غير مرتفع يقلل جودة هذه المياه فى الرى - ويعتبرالبورون سام جدا لعديد من أنواع النباتـــات والتركيز الذى يضرالنباتات الحساسة للبورون يعتبر غالبا كافيا للنمو الجيد للنباتـــات المقاومة للبورون (وكمثال) فإن ماء رى يحتوى على ١ جزء فى المليون من البــــورون يعتبر ضار لنباتات الليمون فى حين أن نبات البرسيم الحجازى ينمو جيدا مع مــاء رى يحتوى من ١ - ٢ جزء فى المليون بورون .

ويتوقف صلاحية ماء الرى تبعا لتركيز البورون على مدى مقاومة أو حساســـية النبات للبورون كما وضحها **Scofield** فى الجدول التالى حيث قســـم الميــاه الى خمسة أقسام تبعا لمحتواها من البورون وأيضا تبعا لدرجة تحمل النباتات للبورون .

رتبة الميـــــاه	تركيز البورون كجزء فى المليون		
	المحاصيـــل الحساســـة	المحاصيل متوسطة الحساسيـــة	المحاصيـــل المقاومـــة
ممتـــــــازة	< ٠,٣٣	< ٠,٦٧	< ١,٠
جيـــــدة	٠,٣٣ - ٠,٦٧	٠,٦٧ - ١,٣٣	١,٠ - ٢,٠
مسمـــوح بهـــا	٠,٦٧ - ١,٠	١,٣٣ - ٢,٠	٢,٠ - ٣,٠
مشـــــكوك فى صلاحيتها	١,٠ - ١,٢٥	٢,٠ - ٢,٥٠	٣,٠ - ٣,٧٥
غير صالحـــــة	> ١,٢٥	> ٢,٥٠	> ٣,٧٥

ومن المحاصيل الحساسة :

البكان – الجوز – البرقوق – الكمثرى – التفاح – العنب – الخوخ – المشمش البرتقال –الأفوكادو والليمون .

ومن المحاصيل متوسطة الحساسية :

عباد الشمس – البطاطس – القطن – الطماطم – البسلة – الزيتون – الشعير – القمح – الأذرة – الشوفان والبطاطا .

ومن المحاصيل المقاومة :

النخيل – بنجر السكر – البرسيم الحجازى – الجلاديولاس – البصل – الكرنب – الخس والجزر .

رابعا : تركيز أنيون الكربونات والبيكربونات :

لتركيز أنيون الكربونات والبيكربونات فى ماء الرى دور فى تحديد صلاحية تلك المياه للرى فقد لوحظ أنه فى المياه التى تحتوى على تركيزات عالية من الأنيونين فإن كاتيون الكالسيوم والمغنسيوم يترسبان فى صورة كربونات غير ذائبة وخاصة عند زيادة تركيز المحلول الأرضى نتيجة لإمتصاص الماء بواسطة النبات وتبخره من الأرض وبالتالى إنخفاض تركيز الكالسيوم والمغنسيوم الذائبة فى الماء الأرضى وفى نفس الوقت إرتفاع التركيز النسبى للصوديوم الذائب مما يؤدى إلى زيادة قيم SAR . وإحتمالات تكوين القلوية فى الأرض أو زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل على معقد الإدمصاص (ESP) وتحول الأرض إلى القلوية ومن ثم إكتسابها للخواص السيئة طبيعية كانت أو كيماوية وقد استخدم Eaton1950 ثلاث معادلات لتوضيح هذه المشكلة وهى :

١ – النسبة المئوية للصوديوم الذائب (الموجود)

$$\text{Soluble Sodium Percentage "FOUND"} = \frac{Na^+}{(Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+)} \times 100$$

٢ – النسبة المئوية للصوديوم الذائب (الممكن)

Soluble . Sodium Percentage " Possible "

وهى تساوى :

$$= \frac{Na^+}{[(Ca^{++} + Mg^{++}\ Na^+) - (CO_3^= + HCO_3^-)]}$$

وذلك فى حالة عدم زيادة مجموع الكربونات والبيكربونات عن مجموع أيونى الكالسيوم والمغنسيوم

٣ – كربونات الصوديوم المتبقية

Residual Sodium Carbonate (R.S.C.) =

$$(CO_3^= + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

وفى جميع العلاقات السابقة فإن تركيز الأيونات تحسب على صورة ملليمكافىء/لتر ففى حالة وجود زيادة من أيونى الكربونات والبيكربونات يتحد الكالسيوم والمغنسيوم معهما وفى النهاية يرسبان على صورة غير ذائبة والباقى من أيونى الكربونات والبيكربونات يكونان ملحا ذائبا من الصوديوم الذى يسبب فى إرتفاع رقم الـ pH التربة وتحولها الى القلوية بإرتفاع نسبة الـ ESP

$$Ca^{++} + 2HCO_3^- \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2$$

$$Ca + CO_3^= \rightarrow CaCO_3\downarrow$$

وقد وضح Eaton 1950 أن صلاحية المياه للرى تبعا لمحتواها من كربونات الصوديوم المتبقية تنقسم إلى :

أ – ماء آمن أو صالح للرى وهو الذى يحتوى على أقل من ١,٢٥ ملليمكافىء / لتر كربونات صوديوم متبقية .

ب – ماء متوسط الصلاحية للرى وهو الذى يحتوى على قيم تتراوح بين ١,٢٥ – ٢,٥ ملليمكافىء / لتر كربونات صوديوم متبقية .

ج – ماء غير صالح للرى وهو الذى يحتوى على أكبر من ٢,٥ ملليمكافىء / لتر كربونات صوديوم متبقية .

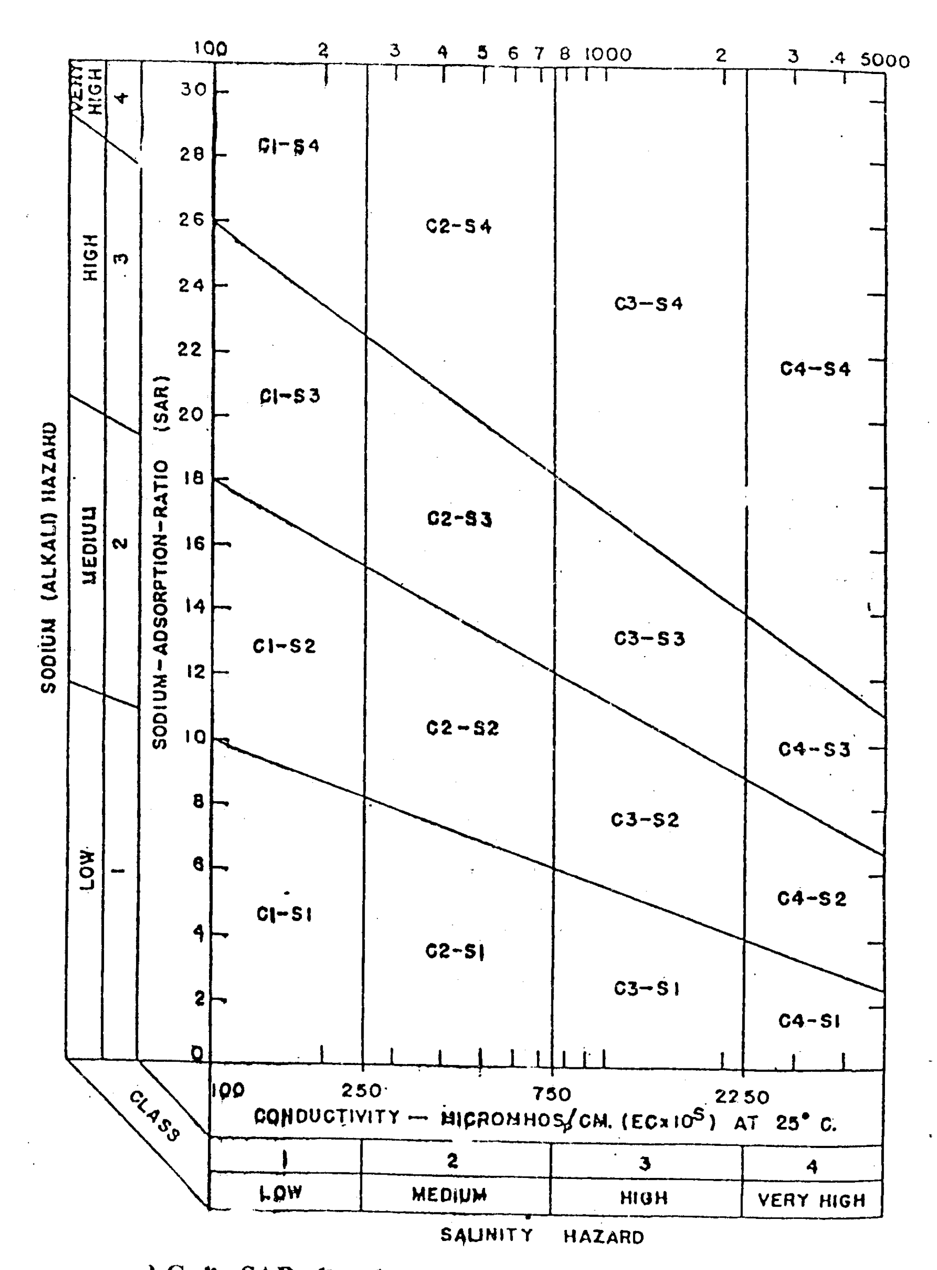
ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار عند تحديد صلاحية الماء للرى قوام التربة ومعدل نفاذ ية وكفاءة الصرف والجو المحيط من حرارة وأمطار ومقاومة المحصول المزروع للملوحة فقد يكون ماء صالحا تحت ظروف معينة وغير صالح تحت ظروف أخرى من هذه الظروف السابقة .

خامسا : تقدير صلاحية الماء للرى باستخدام كل من تركيز الأملاح (التوصيل الكهربائى) ومعدل إدمصاص الصوديوم SAR

ويعرف ذلك بتقسيم Wilcox (1948) والذى عدل بواسطة كل من Thorne and Thorne (1951) ووضع Wilcox الشكل التالى والذى يشمل تركيز الأملاح أو درجة التوصيل الكهربائى للماء مع نسبة الصوديوم إلى الجذر التربيعى لنصف تركيز الكالسيوم والمغنسيوم والتى تسمى

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

إذ أن مقدرة الصوديوم على طرد الكالسيوم والمغنسيوم المتبادلان على معقد الإدمصاص فى الأرض لاتتوقف فقط على نسبة الصوديوم فى الماء ولكن أيضا على تركيز الأملاح فى الماء وبالتالى فإنه كلما زاد ت درجة تركيز الأملاح فى الماء أو زادت درجة التوصيل الكهربائى كلما نقصت قيم الـ SAR المسموح بها والعكس صحيح كما هو موضح فى الصفحه التالى :



شكل يوضح تقسيم مياه الري تبعا لقيم كل من الـ SAR والـ EC

وقد إعتمد هذا التقسيم على خاصتين :

١ – مخاطر تمليح التربة الناتج من إستخدام الماء Salinity Hazard وفى هذا المجال فإن الماء قسم إلى أربعة أقسام آخذة فى الإعتبار درجة التوصيل الكهربائى والأقسام كما هو موضح فى الشكل السابق هى :

أ – مياه ذات توصيل كهربائى يتراوح بين ٠,١٠ – ٠,٢٥ ملليموز/سم عند ٢٥°م (C_1) وهى مياه ذات تأثير منخفض على تمليح التربة ويمكن إستخدامها مع جميع المحاصيل وتحتاج لقليل من مياه الغسيل .

ب – مياه ذات توصيل كهربائى من ٠,٢٥–٠,٧٥ ملليموز عند ٢٥ °م (C_2) وهى مياه ذات تأثير متوسط على تمليح التربة ويمكن إستخدامها فى الرى مع وجود كميات متوسطة من ماء الغسيل مع زراعة نباتات ذات تحمل متوسط للملوحة .

ج – مياه ذات توصيل كهربائى من ٠,٧٥–٢,٢٥ ملليموز/سم عند ٢٥ °م(C_3) وهى مياه ذات تأثير عال High على تمليح التربة ولايمكن إستخدامها فى حالة الصرف الغير جيد حتى فى حالة وجود الصرف الجيد فيجب العمل على التحكم فى الملوحة مع زراعة نباتات ذات مقاومة جيدة للملوحة .

د – مياه ذات توصيل كهربائى أكبر من ٢,٢٥ ملليموز /سم عند ٢٥ °م (C_4) وهى مياه ذات تأثير عالى جدا Very Hig على تمليح التربة وهى غير مناسبة للرى تحت الظروف العادية ولكنها قد تستخدم تحت شروط معينة فيجب أن تكون منفذة للمياه والصرف جيد وكاف وإضافة كميات كبيرة من ماء الغسيل وإستزراع نباتات ذات مقاومة عالية جدا للملوحة .

٢ – مخاطر تكوين القلوية فى التربة **Sodium Hazard**

وهذا العامل أكثر تعقيدا من العامل السابق ويعتمد على المدى الذى يمكن للتربة أن تدمص الصوديوم من ماء الرى ومعدل هذا الإدمصاص عند إضافة الماء ومنه

يتضح أن إدمصاص الصوديوم سيتوقف على قيم الـ SAR للماء وكذلك على درجة التوصيل الكهربائى (EC) وكذلك على حجم الماء اللازم للوصول إلى حالة الإتزان بين الأملاح فى الماء والتربة .

وقد قسمت المياه إلى أربعة أقسام على حسب قيم SAR وهى :

أ - منخفضة (S_1) ويمكن إستخدامها فى رى معظم الأراضى مع مخاطر قليلة من تكوين القلوية ومع ذلك فإن نباتات حساسة للصوديوم مثل أشجار الثمار الحجرية والأفوكادو قد تتراكم بها كميات ضارة من الصوديوم .

ب - متوسطة (S_2) وهى تظهر مخاطر من تكوين القلوية خاصة فى الأراضى ذات القوام الناعم وذات سعة عالية لتبادل الكاتيونات وخاصة تحت ظروف الغسيل المنخفض وفى غياب الجبس كمصدر للكالسيوم وهذه المياه يمكن إستخدامها فى الأراضى ذات القوام الخشن (رملية) والأراضى العضوية مع نفاذية جيدة .

ج - عالية (S_3) وينتج عن إستخدامها مستويات عالية من ESP فى معظم الأراضى وتتطلب إدارة جيدة مع صرف جيد وكميات كبيرة من مياه الغسيل وإضافة للمادة العضوية ويتطلب إستعمالها إضافة مصلحات للتربة مثل الجبس.

د - عالية جدا (S_4) لا تستخدم فى الرى على الإطلاق ماعدا فى وجود تركيزات منخفضة أو متوسطة من الأملاح وفى حالة وجود مصدر للكالسيوم فى التربة أو إضافة مصلحات .

ولقد إعتمدت المنحنيات فى الشكل السابق على المعادلات النظرية التالية :

Upper Curve : $S = 43.75 - 8.87 \ (\log C)$.

Middle Curve : $S = 31.31 - 6.66 \ (\log C)$.

Lower Curve : $S = 18.87 - 4.44 \ (\log C)$.

حيث :

SAR = **S**

EC mmhose / cm = **C**

ووضعت المنحنيات فى إنحدار سالب لتأخذ فى الإعتبار إعتماد مخاطر تحول الأرض إلى قلوية على درجة التوصيل الكهربائى لماء الرى .

ومنه يتضح كما هو مبين فى الشكل فإن مياه ما لها قيم SAR = 9 ودرجة توصيل كهربائى أقل من ١٦٨ ميكروموز / سم (٠,١٦٨ ملليموز/سم) فإنها تقع فى قسم S_1 أى أنها منخفضة التأثير على تكوين القلوية فى التربة . أما نفس الماء (SAR=9) ولكن التوصيل الكهربائى يتراوح بين ١٦٨ إلى ٢٢٥٠ ميكروموز/سم (٠,١٦٨-٢,٢٥ ملليموز/سم) فتقع تحت (S_2) (متوسطة التأثير على تكوين القلوية أو مخاطر الصوديوم) . وبزيادة التوصيل الكهربائى إلى أعلى من ٢٢٥٠ ميكروموز / سم (٢,٢٥ ملليموز / سم) ، SAR = 9 فإن الماء تصبح فى مجموعة S_3 أى ذات تأثير عالى فى تكوين القلوية. ومنه يتضح أن الماء الذى له قيمة ثابتة من الـ SAR تزداد مخاطر تكون القلوية بإزدياد تركيز الأملاح به أى بإزدياد قيم التوصيل الكهربائى لهذا الماء .

سادسا : تقدير صلاحية الماء للرى تبعا لتركيز الكلوريدات والكبريتات :

يؤدى وجود تركيزات عالية من الكلوريدات فى ماء الرى إلى تأثيرات سامة على النباتات النامية وذلك يرجع إلى أن معظم النباتات تمتص هذا الأيون بكميات أكبر بكثير من إحتياجاتها الفعلية من الأيون والذى ينتج عنه تأثير سام وإحتراق فى الأوراق نتيجة التأثير التخصصى لهذا الأيون .

ويعتبر أيون الكبريتات أقل تأثيرا وضررا على النباتات من أيون الكلوريد وقد ينتج عن وجود تركيزات عالية من أيون الكبريتات ترسيب الكالسيوم فى صورة كبريتات كالسيوم قليلة الذوبان فى الماء وبالتالى يؤثر فى نسبة الكاتيونات إلى بعضها

أو يؤدي إلى زيادة نسبة الصوديوم إلى باقى الكاتيونات وبالتالى زيادة قيـــم SAR وازدياد تحول الأرض إلى القلوية .

وتعتبر أشجار الخوخ وباقى الأشجار ذات النواه الحجرية وكذلك الموالح والعنب من الأشجار التى تتأثر بشدة نتيجة زيادة تركيز أيون الكلوريد فى الأرض أو فى ماء الرى وعند قياس مدى صلاحية المياه للرى عادة ما يؤخذ تركيز الكلوريد + نصف تركيز الكبريتات معبرا عنها بالملليمكافىء / لتر للدلالة على صلاحية المياه للرى .

وقد قسم Doneen مياه الرى تبعاً لهذا التركيز من الكلوريد والكبريتات والـذى أطلق عليه **Potential Salinity** وهذا التأثير يتوقف على نفاذية الأرض للماء.

والجدول التالى يبين تقسيم المياه حسب رأى **Doneen**

صلاحية المياه للرى	تركيز الكلوريد + $\frac{1}{2}$ تركيز الكبريتات بالملليمكافىء / لتر		
	نفاذية منخفضة	نفاذية متوسطة	نفاذية عالية
١ – جيـــدة	أقل من ٣	أقل من ٥	أقل من ٧
٢ – متوسطة	٣ – ٥	٥ – ١٠	٧ – ١٥
٣ – رديئـــة	أكبر من ٥	أكبر من ١٠	أكبر من ١٥

ويتضح من الجدول أنه فى الأراضى ذات النفاذية العالية يمكن إستخدام مـــاء رى ذات تركيز أعلى فى (الكلوريد + ٢/١ الكبريتات) وذلك راجع الى الغسيل الجيـــد لهذه الأملاح .

إلى ماء الصرف وعدم تراكمها فى الأرض بعكس الأراضى ذات النفاذية المنخفضـــة والتى ينعكس على إنخفاض تركيز الكلوريد والكبريتات المسموح بها فى ماء الرى .

مما سبق يتضح أن تحديد صلاحية المياه للرى لايتوقف فقط على التحليل الكيماوى للماء من ناحية تركيز الأملاح ونوعيتها ونسب الكاتيونات أو نوع الأيون السائد فقط ولكن يتعدى ذلك إلى معرفة خواص الأرض التي ستروى مثل قوام الأرض ونفاذيتها للماء وحالة الصرف فيها لأن ذلك سيتوقف عليه المدى المسموح به من الأملاح ونوعيتها فى ماء الرى .

كذلك يتوقف تحديد صلاحية المياه للرى على نوع النبات النامى ومدى تحمله للملوحة من عدمه أو تحمله للعناصر السامة مثل البورون .

الباب الثامن

مشروعات إستصلاح الأراضى فى جمهورية مصر العربية

أولا : أراضى متأثرة بالأملاح :

منذ وقت غير قصير وقبل قيام الثورة فى ١٩٥٢ تقوم مصر بإستصلاح الأراضى المتأثرة بالأملاح وكانت مصلحة الأملاك الأميرية هى الهيئة الحكومية التى تقوم بمثل هذه الأعمال بالإضافة إلى كبار الملاك وأفراد الأسرة المالكة الذين كانوا يستصلحون الأراضى ويضموها إلى أملاكهم مثل مساحات كبيرة من محافظة كفر الشيخ وأجزاء من محافظة البحيرة التى بدأت فى إستصلاحها منذ الثلاثينات وما بعدها .

وبعد قيام ثورة ١٩٥٢ تكفلت الدولة بالقيام بالإستصلاح على نطاق واسع وتكونت وزارة إستصلاح الأراضى والتى تضم عدة هيئات وشركات متخصصة فى هذا المجال وزادت عمليات الإستصلاح بعد بناء السد العالى وإستخدام مياه النيل فى التوسع فى هذا المجال ولم تكتفى الدولة بمياه النيل بل إتجهت الآن إلى إستخدام مياه المصارف مباشرة أو بعد خلطها بمياه النيل مثل ترعة السلام وكذلك إستخدام المياه الجوفية فى عمليات إستصلاح أراضى جديدة ومعظم الأراضى المتأثرة بالأملاح والتى تم إستصلاحها تقع فى منطقة شمال الدلتا وأهم هذه المشروعات هى :

١ - منطقة أبيس :

وهى أراضى مقتطعة من بحيرة مريوط وذلك بعمل جسر عرضه ١٥م يفصل بين البحيرة والجزء المقتطع المراد إستصلاحه والذى وصلت مساحته فى بداية المشروع خمسة آلاف فدان سنة ١٩٤٨ وقد وصلت المساحة المستصلحة فى نهاية المشروع سنة ١٩٦٦ حوالى ٣٦ ألف فدان

ويختلف قوام الأراضى بالمنطقة من طينية ثقيلة فى المناطق المنخفضة إلى طمية رملية فى المناطق المرتفعة والأراضى التى كانت قبل الإستصلاح شديدة الملوحة حيث وصلت نسبة الملوحة إلى حوالى ٢٠% فى الطبقة السطحية كذلك إرتفع نسبة الصوديوم والمغنسيوم المتبادلان نتيجة لغمر الأراضى قبل الإستصلاح بماء البحر وتميزت الأراضى بوجود القواقع البحرية فى قطاعها الأرضى والتى تعتبر غنية بالكالسيوم وكذلك سهلت عمليات الغسيل الجوفى للقطاع الأرضى.

والمصدر الرئيسى للمياه فى هذه المنطقة هى ترعة المحمودية وتصب المصارف المختلفة التى أنشأت بالمنطقة فى المصرف الرئيسى وهو مصرف سيدى غازى الذى يصب فى البحر الأبيض المتوسط عند المكس .

٢ - *أراضى إدكو :*

بدأ إستصلاح هذه المنطقة سنة ١٩٤٨ بمساحة قدرها ٢٧٠٠ فدان وهى أرض منخفضة محاطة بمصرف البوصيلى وملاحات إدكو والبحر الأبيض المتوسط فى الشمال وتعتمد هذه المنطقة فى الإستصلاح والغسيل والرى بمياه مصرف طرد البوصيلى ومياه مصرف إدكو ونظرا لإنخفاض المنطقة فالرى " بالراحة " وقد تم عمل مصارف مكشوفة فى القطع بعمق ٨٠ - ٩٠سم وتتجمع المياه فى مصرف مجمع وترفع المياه بالمضخات .

وقد أخذت وقتا طويلا فى الإستصلاح نظرا لإستخدام مياه المصارف فى الغسيل ذو المحتوى الملحى العالى ولكنه أقل من مستويات الملوحة بالتربة قبل بدأ عمليات الإستصلاح كذلك نتيجة للرشح من مياه ملحية تعلو المنطقة وكما ذكرنا سابقا فإن المنطقة منخفضة ولذلك فإن يجب عمل مصارف عميقة وفى إتجاه قاطع لمصادر المياه المرتفعة . بالإضافة إلى مستوى الماء الجوفى كل ذلك أدى إلى سير عمليات الإستصلاح ببطىء شديد وقد تحسن رى وصرف منطقة إدكو فى الوقت الحالى .

٣ - مشـــــروع فرهـــــــاش :

ومساحة المشروع حوالى تسعة آلاف فدان من الأراضى الملحية القلويـــة وتقـــع شمال غرب مدينة دمهور بحوالى ٦٠ كم .

ومياه الرى تؤخذ من ترع قريطم وعكاشة ويتم الصرف فى مصــــارف حـــرارة والطرانة والبرنوجى .

والطبقة السطحية من التربة ذو قوام طينى بعمق حوالى ٦٠ سم يليها طبقة مـــن الرمل الخشن وتحتوى التربة على نسب مرتفعة من كربونات الكالسيوم وكربونـــات الصوديوم ونتيجة لوجود كربونات الصوديوم فنفاذيتها منخفضة وهذا أدى إلى بطىء عمليات الإستصلاح .

٤ - منطقـــــــة شالـــــا :

ومساحة المشروع ١٢٥٠٠ فدان وبدأ فى الإستصلاح سنة ١٩٥٨ وتقـــع فى محافظة كفر الشيخ على بعد ٣٠ كيلو متر من شمال مدينة كفر الشيخ ويحدها شمـــالا بحيرة ابرلس .

ومياه الإستصلاح والرى تؤخذ من ترعة شالما وهو ماء عذب من ميـــاه النيـــل والمصارف التى تخدم هذه المنطقة تصب فى مصر المحيط الذى بدوره يصب فى بحـــيرة البرلس . وبعد إنشاء السد العالى تحسن الرى والصرف فى هذه المنطقـــة وتحســن إنتاجية هذه الأراضى .

٥ - أراضى منطقة المطرية بمحافظة الدقهلية :

ومساحة المنطقة حوالى ٢٨٥٠ فدان وهى مستقطعة من بحيرة المنزلـــة والأرض ذات قوام طينى ملحية قلوية . وسوف تروى بمياه ترعة السلام التى سيتم بواســـطة مياهها إستصلاح ٢٢٠ ألف فدان خلال مسارها بطول ٨٢ كيلو متر بمحافظـــات الدقهلية والشرقية وبورسعيد والإسماعيلية .

٦ - أراضـــى التـــل الكبيـــــر :

وتقع هذه الأراضى فى وادى الطميلات فى صحراء الإسماعيلية حيث يقسمه مصرف الوادى إلى قسمين شمالى وجنوبى وأراضى القسم الشمالى مزرعة فى حين أراضى القسم الجنوبى غير مزرعة ومغمورة بالمياه والأراضى رسوبية يختلف سمك الطبقة المرسية من مكان لآخر والأرض ملحية قلوية تتكون على سطحها قشرة بيضاء من الأملاح والماء الأرضى مرتفع وذو ملوحة عالية ويحتوى على تركيز مرتفع من كربونات الصوديوم .

وتروى هذه المنطقة من ترعة الإسماعيلية والصرف فى مصرف الوادى .

٧ - أراضى منطقة الحاجـــــر بمحافظة البحيرة :

وهى أراضى طمية رملية تتخللها القواقع البحرية وهى أرض ملحية وغنية بكربونات الكالسيوم وهذا يسهل من إستصلاحها .

٨ - أراضى سهل الطينـــــة :

ومساحة المنطقة حوالى ٦٠ ألف فدان وهى تقع فى شمال غرب شبه جزيرة سيناء شرق قناة السويس من القنطرة شرق جنوبا حتى الملاح شمالا وهى أراضى طينية ثقيلة ملحية قلوية ويتكون على سطحها قشرة ملحية سميكة ورأى أن تزال هذه الطبقة بواسطة الآلات ويتم التخلص منها فى البحر الأبيض المتوسط قبل البدأ فى إستصلاح مثل هذه الأراضى ويتم الغسيل والرى بمياه ترعة السلام وهى مياه مخلوطة من مياه النيل ومياه الصرف بحيث لا يتعدى تركيز الأملاح بالمياه عن ٨٠٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون .

ثانيا : أراضى رمليـــــة :

معظم مشروعات إستصلاح وإستغلال الأراضى الرملية بدأ بعد قيام ثورة ٢٣ يوليو ومن المشروعات فى هذا المجال :

١ – جنـــوب مديريـــة التحريـــــر :

ومساحة المنطقة حوالى ١٠٧ آلاف فدان وتقع المنطقة غرب الدلتا والأراضـــــى ذات قطاع رملى حيث يمثل الرمل الخشن حوالى ٨٠٪ ومصدر الرى هو ماء النيـــل من خلال الرياح البحيرى الذى يغذى بدوره ترعة النوبارية وترعة التحرير كذلـــك تستخدم مياه الآبار فى رى جزء من أراضى المديرية ولا توجد مشاكل فى الصـــــرف حيث أن الأراضى على إرتفاع يصل من ٧ – ١٩ متر من سطح البحر .

ومن المحاصيل الحقلية المنزرعة الفول السودانى والبرسيم الحجازى والأذرة كذلك تنتشر مزارع الموالح والعنب والمانجو وعديد من محاصيل الخضر .

ونتيجة لإضافة الطمى والزراعة المستديمة من سنة ١٩٥٣ فقد بدأ سطح الأرض يتلون باللون الغامق نسبيا حيث تزداد به نسبة الحبيبات الغروية .

٢ – منطقة الصالحية بمحافظة الشرقية :

وتتكون المنطقة من :

أ – صحراء الصالحية : وتبلغ مساحتها حوالى ٨٢ ألف فدان ومعظم الأراضـــــى رملية وإن كان يوجد بعض المناطق أراضى جباسات مساحتها حـــوالى ٤ آلاف فدان والمساحة التى ستصتصلح حوالى ٣١ ألف فدان

ب – جنوب صحراء الصالحية : ومساحتها ١٦٧ ألف فدان والأراضى ذات قـوام رملى ناعم أو خشبن فى مساحة تبلغ حوالى ٨٤ ألف فدان وأرض رملية طمييـــة بمساحة تبلغ ٧٣ ألف فدان .

ج – ترعة الملاك : ومساحتها حوالى ٣٠ ألف فدان والجزء القابل للإســـتصلاح فى هذه المنطقة حوالى ٢٠ ألف فدان وهى أراضى رملية طميية إلى أراضى رمليـــة وهى أراضى ملحية .

٣ – منطقة غرب النوبارية :

ومساحة المنطقة حوالى ٢٠٠ ألف فدان تقع شمال غرب محافظة البحيرة ويقسمها إلى نصفين تقريبا طريق القاهرة – الإسكندرية الصحراوى .
وهى منطقة واعدة ويستخدم معظم مالكى الأرض الرى بالرش والرى بالتنقيط وإنتشرت المزارع على جانبى طريق الإسكندرية – القاهرة حتى الكيلو ٧٥ .

٤ – سيناء :

وسوف يستصلح فى سيناء حوالى ٣٤٠ ألف فدان (بخلاف الـ ٦٠ ألف فدان فى سهل الطينة ذو الأرض المتأثرة بالأملاح) وهى ٦٥ ألف فدان فى منطقة القنطرة شرق ، ٧٠ ألف فدان فى منطقة رابعة ، ٧٠ ألف فدان فى منطقة بئر العبد ، ١٣٥ ألف فدان فى منطقة القوارير. وسوف يتم رى مثل هذه المناطق من مياه ترعة السلام.

٥ – الوادى الجديد :

وهى منطقة تقع فى المنخفض الذى يمتد من الشمال إلى الجنوب فى الصحراء الغربية وموازيا لوادى النيل

وقد دلت دراسات الحصر الإستكشافى أن الأرض طينية فى واحات الخارجة والزيات ورملية فى أبو منقار والقروين وذات درجات قوام مختلفة فى الفرافرة والبحرية وتبلغ مساحة أراضى الدرجة الأولى والثانية نحو ١٤٠ ألف فدان والمياه المستخدمة هى مياه الآبار وقد وصلت المساحة المترعة حتى سنة ١٩٦٣ إلى حوالى ٤٤ ألف فدان .

٦ – مشروع تنمية جنوب مصر (توشكى) :

جدير بالذكر أن مشروع تنمية جنوب سصر بدأ التفكير فيه منذ سنوات عديدة وتنوعت ملامح المشروعات التى أعدت فى هذا المجال وإستندت جميعها إلى المزايا العديدة لذلك الموقع فالإمتداد الجديد يمثل أنسب نقطة إرتكاز حضارى للربط بين

جنوب غرب مصر وشمال غرب السودان وشمال شرق تشاد وجنوب شرق ليبيـــا . وإن تناسب درجات الحرارة والرطوبة خلال فصل الشتاء – مقارنة بمناطق أخـرى – يجعل هذه المنطقة من أنسب المنتجعات الشتوية فى العالم . كذلك فإن المنطقة تحتـوى على كثير من الآثار الفرعونية واليونانية والرومانية والقبطية والإسلامية كـل ذلـك يجعلها منطقة سياحية .

⟸ كما أن المنطقة تشغل مساحة كبيرة على بحيرة ناصر (بحيرة السد العالى) والتى يمكن الإستفادة من ثرواتها النباتية والحيوانية فى العديد من الصناعات بالإضافـة إلى إستغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فى توليد طاقة كهربائية نظيفة لتغطية الإحتياجات المتوقعة .

⟸ ففى عام ١٩٦٣ نشرت دراسة عن الإستفادة بمياه بحيرة ناصر فى زراعـــة الوديان وتغذية الخزانات الجوفية بالواحات المصرية وخاصة الواحات الخارجـة ومناطق جنـوب الوادى .

⟸ وفى الفترة من ٦٣ – ١٩٦٩ قامت هيئة تعمـير الصحـارى بكثـير مـن الدراســات الجيولوجية وتصنيف التربة ووضعت عدة مسارات لمد ترعـة من خور توشكــى إلى الوادى الجديد لإستصلاح بعض الأراضى الممتدة من جنوب الوادى إلى قرب مدينـة الخارجة .

⟸ فى الفترة من ٦٩ – ١٩٧٣ قامت الهيئة المصرية لتعمير الصحـارى بـإجراء حصـر لمساحة ٨ ملاين فدان فى جنوب مصر والتى أكـدت الدراسـة صلاحية ٣,٢ مليـون فدان للإستغلال الزراعى عند توافر المياه .

⟸ وفى فبراير ١٩٧٨ أصدر معهد التخطيط القومى دراســة تحليليـة لمقومـات التنميــة الإقليمية بمنطقة جنوب مصر وكلها توضـح إمكـان التوسـع الزراعى فى هذه المنطقـة إعتمادا على ضوء الموارد المائية المتاحة .

⟸ سنة ١٩٨٠ أصدرت جمعية المخططين المصرية نشرة عن مشروع جديد يبدأ من توشكى مارا بجنوب الوادى الجديد فالواحات الخارجة .

⟸ وفى الفترة من ٨٣ – ١٩٨٤ قامت الهيئة العامة لمشروعات التعمير والتنمية الزراعية بالإشتراك مع بيت خبرة أجنبى بعمل دراسة لمنطقة جنوب الوادى وإنتهت إلى تأكيد صلاحية التربة للزراعة .

⟸ وفى عام ١٩٨٦ نشرت مجلة المهندسين المصرية مشروع جنوب الوادى الجديد بكثير من التفاصيل وما تم من دراسات عن المشروع وتقديرات تكلفته .

⟸ وفى عام ١٩٨٩ قامت أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالإشتراك مع معهد بحوث الصحراء بإعداد موسوعة الصحراء الغربية والتى تناولت شتى المعلومات والدراسات من موارد مائية وأرضية ومساحية ومصادر نباتية وحيوانية وتعدينية .

ويجدر الإشارة هنا إلى وجود ترعة طولها ٢٢كم تم شقها عام ١٩٧٨ تربط بين خور توشكى بهدف نقل المياه عند إرتفاع الماء أمام السد العالى عن ١٧٨مترا.

ومن هنا يتضح أن الدراسات عن إستغلال هذه المنطقة بدأت قديما ومتزامنة تقريبا مع بناء السد العالى وإستمرت وتواصلت حتى يومنا هذا إلى أن أذن الله لبداية هذا العمل العملاق لتنمية وخلق منطقة عمرانية جديدة والتى قد تزيد المناطق المأهولة من ٥,٥% إلى حوالى ٢٥% من مساحة مصر الكلية .

ولقد عملت دراسات كثيرة لتحديد مسار الترعة التى تمد المنطقة المياه وقد وجد أن هناك بديلين للتنفيذ وهما طريق السحب من مجرى نهر النيل خلف السد العالى وحددت عدة أماكن ومسارات أو السحب من أمام السد العالى فى أى موقع على بحيرة ناصر بالإتجاه جنوب السد وحتى الحدود المصرية السودانية .

وقد عملت دراسات كثيرة على البديلين وقد أوضحت الدراسات مميزات نسبية لسحب المياه من بحيرة ناصر أمام السد العالى وهى على سبيل المثال .

١ – منسوب المياه أمام السد فيما بين الحدين الأعلى والأدنى يوفر كثير من طاقة الرفع المطلوبة .

٢ – الإنحدار الطبيعى للأرض من الإتجاه من الجنوب إلى الشمال يوفر بدوره جزءا من الطاقة المطلوبة لنقل المياه إلى مواقع إستخدامها .

٣ – مكعبات الحفر والردم ستكون فى حدها الأدنى .

وفى ضوء ذلك إستقر الرأى على أن يكون مأخذ الترعة الجديدة (ترعة الشيخ زايد) فى موقع يبعد ٨ كم شمال خور توشكى على بحيرة ناصر بمأخذ مباشر منها وعلى مسار المرحلة الأولى الذى ينتهى عند مدينة باريس ويبلغ طول هذا المسار حوالى ٣١٠ كم ويحقق هذا المسار أقل رفع إستاتيكى للمياه وهو يتراوح بين ٢٢ مترا عندما تكون مناسيب المياه فى بحيرة ناصر عند أعلى منسوب آمن ، ٥٢,٥ مترا عند أدنى منسوب للتخزين الحى بالبحيرة ويسمح ذلك بتغذية الترعة بالمياه بصفة مستمرة بغض النظر عن مستوى المياه فى البحيرة .

وقد تم دراسة مساحة ٦٠٠ ألف كم^{2} عن طريق صور الأقمار الصناعية لمعرفة نوع الصخور وحركة الزلازل وتحركات الكثبان الرملية وتحديد سمك الغطاء الرسوبى وعمق صخور القاعدة والخواص الميكانيكية والجيوكيمائية للتربة والصخور وتحديد أنسب المواقع لإقامة مجتمعات عمرانية بالمنطقة . وقد روعى فى إختيار موقع المأخذ طبيعة القاع وسرعة التيارات المائية بالمنطقة والمواد العالقة فى المياه ودرجة حرارتها وتغييرها مع العمق .

وفيما يتعلق بالمفاضلة بين أن تكون القناة الناقلة قناة مكشوفة أو قناة مغلقة فلقد أجريت دراسات مقارنة للتكاليف تبين منها أن البديل الثانى يفوق تكلفة الأولى أربع مرات بالإضافة إلى تكاليف التشغيل وإحتياجات الطاقة المرتفعة للبديل الثانى .

كما أثبتت الدراسات الفنية والإقتصادية أن النقل عن طريق القناة المكشوفة يقلل من نفقات الإنشاء ونفقات إنشاء محطة الرفع إلى جانب تقليل تكاليف التشغيل والصيانة وإحتياجات المشروع من الطاقة .

وقد تم عمل حصر تصنيفى للتربة حول قناة توشكى (تقع المنطقة التى تمت دراستها فى أقصى جنوب مصر من الناحية الغربية لبحيرة ناصر وهى مستطيلة الشكل يبلغ عرضها من الجنوب إلى الشمال حوالى ١١٠ كم إبتداء من شمال شرق خور توشكى وتمتد غربا بطول حوالى ٢٥٠ كم حيث تقع بين خطى عرض ٢٢٣٠ ، ٢٣٣٠ شمالا وخطى طول ٢٩٣٠ ، ٣٢٠٠ شرقا وقد إعتمدت الدراسة على تحليل معلومات القمر الصناعى الأمريكى أما الدراسة الحقلية فقام بها باحثوا معهد بحوث الأراضى والمياه بالإهتداء بصور الأقمار الصناعية والتى إعتمدت على أخذ العينات من القطاعات المختلفة وتحليلها معمليا (٢٠٠ قطاع لعمق ١٥٠سم) وتم أخذ ٥٠٠ عينة تربة من القطاعات المختلفة بالإضافة إلى عمل الجسات المختلفة.

ومن نتائج الدراسات المورفولوجية والحقلية لقطاعات التربة ونتائج التحليل الكيماوى والطبيعى للعينات المختلفة تم تقسيم منطقة الدراسة إلى وحدات تربة حسبا للتقسيم الأمريكى للأراضى :

ومن واقع الدراسة تبين أن هناك ٥١٦ ألف فدان أراضى صالحة جدا للزراعة ، ٣٨٣ ألف فدان صالحة للإستزراع ، ١,٢ مليون فدان أراضى متوسطة الصلاحية للإستزراع وبذلك تصل المساحة القابلة للإستزراع فى هذه المنطقة إلى أكثر من ٢ مليون فدان بنسبة تصل إلى ٣٥% من المساحة المدروسة .

يـ ـن مما ـبق أن إختيار منطقة مشروع جنوب مصر (توشكى) لم يكن مغـامرة غير مأمونة العواقب وإنما إتجاها إستراتيجيا إستند على دراسات متأنية دقيقة ولم تكـن دوافع إقامة المشروع وحدها وعلى وجاهتها هى التى أملت إختيار تلك البقعة مـن أرض الوطن مساحة للمشروع بل كانت الإمكانات الواعدة لتلك المنطقـة أساسـا راسخا لإتخاذ القرار بالإنطلاق منها لبناء قاعدة إقتصاديـة متكاملـة تبدأ بالزراعـة وستعتمد الزراعة فى مشروع جنوب مصر (توشكى) على نظام للرى يقوم علـى عدة عناصر :-

◊ القناة الناقلة من محطة الطلمبات شمال خور توشكى حتى مدينة بـاريس بواحـة الخارجـة يتصرف أقصى ٢٥ مليون م^{٣} /يوم فى الصيـف وتصـرف أدنى ٨ مليون م^{٣} / يوم فـى الشتاء .

◊ للتحكم فى التصرف على طول القناة الناقلة يتم إستخدام النظام المزدوج المتحكم فى المناسيب (من الأمام ومن الخلف) بالإضافة إلى التحكم الأوتوماتيكى المركزى.

◊ مآخذ الفروع تم تصميمها على أساس السريان الحر للمناطق المنخفضة ومحطـات لرفـع المياه للمناطق المرتفعة .

◊ نظم نقل المياه من الفروع حتى الحقول ستكون عن طريق المواسـير لإسـتخدام طرق الرى بالرش والتنقيط .

◊ أما بالنسبة للتركيب المحصولى فسيتم إختياره بدقة تتناسب مع نوعيـة التربـة ولخدمة نوعية الصناعات والأنشطة التنموية المختلفة بمنطقة المشروع والتصديـر وذلك بالإضـافة إلى المحاصيل البستانية المتنوعة والمحاصيل غير التقليدية وخاصة تلك التى تتحمل نسبة عالية من الملوحة وإستهلاكها المائى منخفض .

◊ ومن ضمن القضايا التى أثيرت حول المشروع قضية البخر لكن الدراسـات أثبتت أن متوسط معدل البخر اليومى خلال السنوات الخمـس الماضيـة (٩٢- ١٩٩٦) فى كـل من أسوان والخارجة نحو ١٣,٨ مم/يوم وهو ما ينتـج عنـه تبخر من الترعة بطولها لايزيـد عن ٣٥ مليون م^{٣} /سنة أى نحو ٦ فى الألف مـن تصرف الترعة السنوى .

وقد دلت الدراسات أن إستصلاح وإستزراع هذه المنطقة سيتم فى مساحات مجمعة لاتقل عن ٢٠ ألف فدان للمشروع الواحد وذلك نظرا للمقومات الإقتصادية فى هذه الحالة بالمقارنةإذا قسم إلى حيازات صغيرة . هـذا بالإضافة إلى مساحة إستزراع حوالى ٥٠٠ ألف فدان عن طريق المياه الجوفية المتوفرة فى كل من شرق العوينات وبالواحات الخارجة والداخلة والفرافرة.

وفيما يتعلق بالتنمية الصناعية فإن الصناعات التى ستقوم فى هذه المنطقة ستعتمد أساسا على الخامات المتوفرة فى البيئة والمنتجة من الإنتاج الزراعى مثل :-

١ - صناعات الغزل والنسيج للقطن والحرير المخلوط ومجمعات النسيج والصباغة .
٢ - عصر بذور عباد الشمس وبذور القطن لإنتاج الزيوت وصناعة الأعلاف .
٣ - مصانع أسمدة فوسفاتية من خام الفسفور المتوفر فى المنطقة .
٤ - مصانع للرخام وذلك بنشر الرخام والجرانيت المتوفرة فى المنطقة .
٥ - سخانات مياه شمسية ولمبات كهربائية والمكثفات الألكترونية بمحافظات أسيوط والوادى الجديد والبحر الأحمر .
٦ - جديد التسليح من عروق الصلب ومسبوكات الزهر ومسبوكات الألمونيوم .
٧ - الصناعات الكيماوية والدوائية وخصوصا المعتمدة على النباتات الطبية والعطرية بالإضافة إلى الصناعات الغذائية على إختلاف أنواعها .

بالإضافة إلى الخواص السياحية للمنطقة وتحديد ٢٣ منطقة للتنمية السياحية.

ولضمان نجاح مثل هذه المشروعات العملاقة فى كل من سيناء وجنوب مصر والتى تعتمد على المياه يجب المحافظة على كل قطرة ماء حتى نستطيع أن نوفر

الإحتياجات المائية لمثل هذه المساحات الجديدة وبنظرة سريعة لمواردنا المائية يتضح التالى :

المواردالمائية الحالية

المصادر	مليار م^3/سنة	الإحتياجات	مليار م^3/سنة
ماء النيل	٥٥,٥	الزراعة	٥٥,١
إعادة إستخدام ماء الصرف الزراعى	٣,٧	مياه الشرب والصناعة	٨,٨
المياه الجوفية (الوادى والدلتا)	٤,١		
المياه الجوفية العميقة	٠,٦		
الإجمالى	٦٣,٩		٦٣,٩

وبنظرة سريعة إلى الجدول السابق يتضح أننا نستهلك كل مجمل مواردنا المائية ولذلك يجب ترشيد إستخدام الماء عن طريق :

١ – تطوير نظام الرى والإتجاه إلى الطرق الحديثة للرى مثل الرش والتنقيط وخاصة للأراضى المنزرعة بأشجار الفاكهة على الأقل فى الوقت الحاضر ثم الإتجاه للمحاصيل الأخرى .

٢ – تقليل الفقد عن طريق التسرب من المراوى بعمل تبطين لهذه القنوات .

٣ – تعديل التركيب المحصولى وزراعة الأصناف والمحاصيل التى تستهلك كميات أقل من المياه وتقليل مساحة المحاصيل الشرهة للماء مثل الأرز .

٤ – إستنباط أصناف عالية الإنتاج فى نفس وحدة الماء .

٥ – القضاء على الحشائش فى المجارى المائية وخاصة ورد النيل لتقليل الفقد عن طريق النتح والبخر بالإضافة إلى عمل زيادة نصيب مصر من ماء النيل عن طريق عمل مشروعات فى أعالى النيل بالتعاون مع دول المنبع لزيادة الوارد إلى مصر من ماء النيل .

ثالثا : أراضي جيريـــــــــة :

١ – شمال مديرية التحرير

وتقع المنطقة على بعد ٤٦ كم من الأســكندرية علـــى الطريــق الصحــراوى الأسكندرية القاهرة ويتكون من منطقتين هما النصر ومساحتها حوالى ١٩ ألف فـدان والثورة ومساحتها ٢٥ ألف فدان وقد بدأ تنفيذ المشروع فى ســنة ١٩٥٧ والأرض طميية جيرية وتصل متوسط نسبة كربونات الكالسيوم إلى ١٥% .

وتعتمد المنطقة على الرى بمياه النيل من خلال ترعة التحرير ولم ينظر إلى الصرف عند بداية المشروع وإن كان ما حدث من تمليح ثانوى لبعض الأراضـــى ووجــود طبقات غير منفذة فى بعض المساحات مايدعو للتفكير فى سرعة دراسة الإحتياجـــات من المصارف المختلفة حتى لا تزداد مشكلة التمليح الثانوى .

٢ – قطـــاع مريـــوط :

وهو يقع عند العامرية غرب الطريق الصحراوى الأسكندرية – القاهرة وقد بـدأ دراسة هذه المنطقة سنة ١٩٥٨ وبدأ التنفيذ سنة ١٩٦٣ وتبلغ مساحة هذا المشروع حوالى ٥٠ ألف فدان نفذت على ثلاث مراحل .

وأراضى المشروع طمية رملية غنية فى كربونات الكالسيوم التى تصل نسبتها مـن ٤٠ – ٧٠% وهى حبيبات دقيقة منتشرة طوال القطاع . وتعتمد رى هذه المنـاطق على مياه النيل.

٣ – الساحل الشمالـــى الغربى :

يمتد من الأسكندرية غربا حتى السلوم بمسافة قدرها حوالى ٥٥٠كم ويمتد جنوبا من ساحل البحر بحوالى ٢٠كم وتعتمد حوالى ١٦ ألف فدان فى هذه المنطقة على ماء النيل الذى يصل الى حوالى ٥٠كم حتى قرب الرويسات وباقى المنطقة تعتمد علـــى مياه الأمطار حتى الآن والأراضى السائدة ذات قوام طميى رملى غنيـــة بكربونـــات الكالسيوم .

الباب التاسع

تقسيم أراضى محافظة الدقهلية حسب قدرتها الإنتاجية

من المعروف أن معظم أراضى محافظة الدقهلية هى من الأراضى الرسوبية النهرية التى كونها نهر النيل خلال آلاف السنين ومعظم الأراضى طينية القوام حيث يزيد نسبة الطين عن ٣٠% وقد يصل إلى ٦٠% وهى من أحسن الأراضى فى العالم نظرا لظروف تكوينها ومكوناتها .

وتبلغ مساحة الأراضى المنزرعة بالمحافظة ٦٣٦١٠٧ فدان وقد تدخلت بعض العوامل أهمها مستوى الماء الأرضى فى تدهور خواص بعض الأراضى بالمحافظة حيث أنه نتيجة لإرتفاع مستوى الماء الأرضى وإتصاله بماء البحر فى شمال المحافظة وإرتفاع الماء بالخاصة الشعرية إلى سطح التربة أدى إلى تراكم الأملاح وتحويل الأراضى إلى درجات مختلفة من الملوحة وبالإستعمال السيىء لبعض الأراضى دون إصلاح تحولت الأرض إلى أراضى قلوية وهى ضعيفة الإنتاج بالمقارنة بالأراضى الجيدة ويمكن تقسيم الأراضى حسب القدرة الإنتاجية الى :

١ - أراضى من الدرجة الأولى العالية الإنتاج :

وتبلغ مساحتها ٦٣٧٠ فدان بنسبة ١% من جملة المساحة المنزرعة وتشمل الأراضى المجاورة لنهر النيل ويفوق إنتاجها كثيرا المتوسط العام لإنتاج الفدان على مستوى الجمهورية وهى خالية من العيوب غير ملحية وغير قلوية ومنسوب الماء الأرضى بها عميق والقوام متوسط والرى كافى والصرف جيد .

٢ - أراضى من الدرجة الثانية الجيدة الإنتاج :

وتبلغ مساحتها ٢٣٨١٥٠ فدان بنسبة ٣٧,٤% من جملة المساحة المنزرعة بالمحافظة ويفوق إنتاج الفدان بها المتوسط العام لإنتاج الفدان بالجمهورية وتوجد أراضى هذا القسم فى جميع مراكز المحافظة .

وأراضى هذه الدرجة تعتبر أراضى عادية أى غير ملحية وغير قلوية ثقيلة القــوام فى الطبقة السطحية ومنسوب الماء الأرضى بها عميق .

٣ - أراضى من الدرجة الثالثة المتوسطة الإنتاج :

وتبلغ مساحتها ٣٢٩٥١٢ فدان بنسبة ٥١,٨% من جملة المساحة المنزرعة بالمحافظة ويعتبر متوسط إنتاج الفدان فى حدود المتوسط العام لإنتاج الفــدان علــى مســتوى الجمهورية .

ويظهر بهذه الأراضى درجات الملوحة المتوسطة أو القلوية الخفيفة ومستوى المــاء الأرضى مرتفع لحد ما وقوام الأرض طينى ثقيل ووجود طبقات مندمجــة فى القطــاع الأرضى وتنتشر هذه الأراضى فى جميع مراكز المحافظة وظهرت بأعلى نسبة فى مركــز شربين حيث وصلت إلى حوالى ٦٦% من مساحة المركز .

٤ - أراضى من الدرجة الرابعة الضعيفة الإنتاج :

وتبلغ مساحتها ٦٢٠٧٥ فدان بنسبة ٩,٨% من جملة المساحة المنزرعــة بالمحافظــة ومتوسط إنتاج الفدان بها أقل كثيرا من المتوسط العام على مستوى الجمهورية ويرجع سبب ضعف إنتاجها إلى إرتفاع نسبة الأملاح وظهور القلوية وذلك راجع إلى إرتفاع مستوى الماء الأرضى وعدم كفاية ماء الرى النقية (ماء النيل) وكذلــك إلى ســوء الصرف بهذه الأراضى .

ويتضح من التقسيم السابق إلى أن ١% فقط من جملة المساحة المنزرعة بالمحافظــة يعتبر أراضى عالية الإنتاج وأن ٩٩% من جملة المساحة بها بعض المشاكل التى تختلف نسبتها وأسبابها من درجة إلى أخرى وكل هذه المشاكل يمكن التخلص منها بمعرفــــة أسبابها وعلاجها لتصبح من الأراضى الجيدة .

المشكلات فى الأراضى :

١ – إرتفاع مستوى الماء الأرضى فى أماكن كثيرة وخاصة فى المناطق التى ليس بهـــا صرف مغطى .

٢ – وجود الملوحة بدرجات متفاوتة فى الأراضى .

٣ – وجود القلوية بدرجات متفاوتة .

٤ – وجود الطبقات الصماء على أعماق مختلفة فى القطاع الأرضى .

٥ – عدم إستواء سطح التربة نتيجة للعمليات الزراعية وتأثيرها على الإنتاج الزراعى تحت ظروف الرى السطحى .

٦ – نقص بعض العناصر الهامة للنبات فى التربة .

الحلول المقترحة :

أولاً : لحل مشكلة إرتفاع مستوى الماء الأرضى والصرف السيىء يلزم :

١ – العمل على تغطية المساحة المنزرعة بالصرف المغطى وقد بدأ الصرف المغطـــى فى محافظة الدقهلية عام ١٩٧٠ ووصلت المساحة التى تم تنفيذ الصرف المغطى بهـا إلى ٤١٩٠٠٠ فدان .

٢ – تقليل المسافة بين الحقليات إلى ٤٠م وذلك لزيادة كفاءة الصرف تحت ظـروف الأرض الطينية الثقيلة .

٣ – إحلال وتجديد الشبكات القديمة حيث أن العمر الإقتصادى لشبكة الصرف هـو ٢٠سنة.

٤ – الصيانة الدورية لشبكات الصرف المغطى لإصلاح العطب بمجرد ظهوره .

حيث أن إنسداد المواسير سيؤدى إلى ركود المياه فى التربة ويسبب نقص شـديد فى المحصول وتلفه . ولذلك ينصح بوجود مراكز صيانة فى القرى أو كل مجموعة من القرى المتقاربة ويشترك فى عضويتها الفلاحين حتى يكونوا مسئولين عن حل مشاكلهم وسرعة حلها

ثانياً: لحل مشكلة الأملاح والقلوية فى التربة يلزم عمل التالى :

١ – أخذ عينات تربة على أعماق مختلفة وإذا كان التحسين مشروع قومى فيؤخذ عينة ممثلة لكل حوض وإذا كان التحسين فردى فيؤخذ عينة من أرض المزارع (عينة ممثلة لكل ٥ أفدنة على الأكثر) .

٢ – تحليلها فى المعمل لمعرفة نسبة الملوحة ودرجة القلوية .

٣ – حساب الإحتياجات الجبسية لمعرفة معدل إضافة الجبس للفدان حسب التحاليل الخاصة بالمنطقة .

٤ – فى حالة إحتياج التربة للجبس . يضاف الجبس والأرض خالية من المزروعات أى قبل القطن .(فبراير ومارس) أو قبل الأرز (أبريل ومايو) أو قبل زراعة المحاصيل الشتوية (أكتوبر ونوفمبر)أى بعد حصاد المحاصيل الصيفية . وينثر الجبس على الأرض إما بإستخدام البدارات الخاصة بذلك وهى الطريقة المفضلة أو عن طريق نثرها باليد مثل نثر الأسمدة العضوية ويلى إضافة الجبس خلطه بالأرض وذلك بحرث الأرض أو عزيق التربة إذا كانت الأرض مزرعة بالأشجار المستديمة مثل الموالح والعنب وخلافه .

ثالثاً: لحل مشكلة الطبقات الصماء فى التربة :

هذه الطبقات الصماء تحت ظروف الدقهلية ناتجة عن تراكم الطين الناعم فى طبقة ما وتكوين طبقة صماء لايستطيع الجذر إختراقها ولا تسمح بحركة الماء إلى أسفل وقد تؤدى إلى تكوين مايسمى بمستوى ماء أرضى كاذب ويجب التخلص منها لتحسين تهوية الأرض وسهولة حركة الماء فى التربة ولإنتشار الجذر إلى أسفل .

ولتحديد مكان الطبقة ومدى تماسكها يلزم إختيار التربة بجهاز البنتروميتر Penetrometer وبعد تحديد العمق والتماسك يتم تكسيرها بمحاريث تحت التربة والذى يصل عمق المحراث فيه إلى ٧٠ – ٨٠ سم ويكون الحرث عمودى على الصرف المكشوف .

رابعاً: لحل مشكلة عدم إستواء سطح التربة :

نتيجة للعمليات الزراعية من صرف وعزق وتلويط وحصادالمحاصيل عن طريق خلع النباتات يصبح سطح التربة غير مستوى وتحت ظروف الرى السطحى ينتج عن عدم إستواء سطح التربة إلى إستهلاك وقت طويل لرى الأرض – إستعمال كميات كبيرة من التقاوى – إستعمال كميات كبيرة من ماء الرى والتى تؤدى كذلك إلى إرتفاع منسوب الماء الأرضى – ضياع الأسمدة وإنخفاض كفاءة إستعمالها ولذا ينصح بتسوية الأرض كل ثلاث سنوات على الأقل وينصح كذلك بإستخدام الليزر فى عمليات التسوية حيث كفاءتها عالية جدا بالمقارنة بالطريقة العادية وهى القصابية .

وقد دلت التجارب على زيادة الإنتاجية بدرجة كبيرة نتيجة للتسوية وتقليل الزمن اللازم لرى الفدان وكذلك توفير ماء الرى (بحوالى ٣٠٪) لإستعماله فى إستصلاح مناطق جديدة ولذلك ينصح بإرشاد المزارعين لتسوية أرضهم بإستخدام الليزر وتكوين شركات قطاع خاص وذلك للمنافسة فى خفض تكاليف التسوية .

خامساً: لحل مشكلة نقص بعض العناصر فى التربة :

ونتيجة لإنعدام وصول طمى النيل بعد السد العالى وإرتفاع رقم الـ pH للتربة بدأت بعض المحاصيل تعانى من نقص العناصر وخصوصا العناصر الصغرى التى يحتاجها النبات بكميات قليلة ونقص هذه العناصر يؤدى إلى خفض المحصول بدرجات متفاوتة وينصح بتحليل المحاصيل المختلفة لمعرفة العناصر اللازمة وإعطاء العلاج عن طريق رش هذه العناصر أو إضافتها للتربة فى حالة الأرز ووجود معمل متخصص يسهل للمزارعين تحليل النباتات المختلفة وإعطاء العلاج المناسب .

تم بحمد الله تعالى

المراجع
References

* إستصلاح وتحسين الأراضى
دكتور عبد المنعم بليع أستاذ الأراضى بجامعة الإسكندرية ..دار المطبوعات الجديدة
* الأراضى الملحية والقلوية – نشأتها وإستصلاحها
عبد الحميد إبراهيم مصطفى .... مكتبة الأنجلو المصرية
* الأسس التكنولوجية لإستزراع الأراضى الرملية وطرق الرى الحديثة
محمد سمير عبد الله .... مكتبة الأنجلو المصرية

* Bernstein , L. and Hayward , H.E.(1958).Physiology of salt tolerance , Ann , Rev.Plant physiology 9.

* Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils. (1954).United States Salinity laboratary Staff , Agric. Hand Book No 60 .

* Dixit,V.K. and Lal , R.N.(1972). Effect of exchangeable sodium on hydraulic conductivity of soils. J.Indian soc. Soil Sci. vol.20 (1) : 1 - 5,

* El-Agrodi, , M.W. (1976). Physiological Characteristics of cotton plant under different levels of salinity and moisture in soil , M. Sc. Thesis. Faculty of Agric. Zagazig Univ.

* EL-Agrodi, M.W.EL-Hadidi,E.M. and ELSirafy, Z.M. (1984).Studies on the effect of different levels of soil salinity on some sugar beet varieties. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 9 (4): 869 - 876.

* El - Agrodi,, M.W. and Abow EL - Soud, M.A. (1988). Effect of irrigation regime and water salinity on rice plant under lysimeter condition. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 13 (4): 2148 - 2154.

* Erikson (1965). Trans. 9 th Int. Cong. Soil Sci. 1 : 331 - 337.

* Hassan,N.A.;James,V.;Delno,k. and Olson,R.A.(1970). Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn.1-Barley. (Hordenum vulgare l.). Agron. J. 62 : 43 - 48.

* Maas,, E.V.; Ogata,, G .and Garber,, M.J. (1972). Influence of salinity on Fe,, Mn and zn uptake by Plants. Agron. J. 64 : 793 - 795.

* Maklad, F.M.(1964) .19 Agrok, es Talaj16 : 179 - 184.

* Moosa,, K.F. (1976). The effect of salinity and moisture in soil on suction power of cotton plants .M.sc. Thesis, Faculty of Agric. Zagazig Univ.

* Reeve,, R.C. and Bower,, C.A. (1960). Use of high - salt waters as a flocculant and source of divalent cations for reclaiming sodic soils. Soil Sci. 90 : 139 - 144 .

* Reeve,, R.C. and Doering,, E.J. (1966). The high - salt water dilution method for reclaiming sodic soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30 : 498 - 504 .

* Prognosis of salinity and alkalinity, Rome 3 - 6 June 1975. FAO soils Bulletin 31.